

EMIL ERLENMEYER (1825 - 1909)
ALS CHEMIETHEORETIKER UND SEIN
BEITRAG ZUR ENTWICKLUNG DER
STRUKTURCHEMIE

RITA MEYER

Diss
München
1984

Aus dem Institut für Geschichte der Medizin der Universität München

Vorstand: Professor Dr. Dr. h.c.mult. Heinz Goerke

EMIL ERLNMEYER (1825-1909) ALS CHEMIETHEORETIKER
UND SEIN BEITRAG ZUR ENTWICKLUNG DER STRUKTURCHEMIE

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Humanbiologie
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Rita Meyer geb. Teuchert

aus

München

1984

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. Dr. Chr. Habrich

Mitberichterstatter: Prof. Dr. W. Forth

Prof. Dr. F. Eiden

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 20. August 1984

"Unsere Fragen und Versuche durchschneiden in unzähligen krummen Linien die gerade Linie, die zur Wahrheit führt, es sind die Kreuzungspunkte, die uns die wahre Richtung erkennen lassen; es liegt in der Unvollkommenheit des menschlichen Geistes, daß die krummen Linien gemacht werden müssen".

Justus von Liebig *

* Aus: Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie.

Braunschweig 1842, XIV-XV.

Vorwort

(Die in Klammern stehenden Zahlen des Textes (ausgenommen Lebensdaten) beziehen sich auf die Anmerkungen. Die Briefzitate sind, soweit es sich um bisher nicht veröffentlichte Schriften handelt, den im Quellenanhang vollständig edierten Briefen entnommen.)

Die Chemie war um die Mitte des 19. Jahrhunderts als Wissenschaft keineswegs voll anerkannt. So liest man noch 1872:

"Was soll man nun zu einer Wissenschaft sagen, bei welcher ... dem Schüler jede Formel in zwei Schreibweisen mitgeteilt werden muss, welche zwei einander entgegengesetzten Anschauungen entsprechen?" (1).

Die Uneinigkeit der Chemiker über die fundamentalen Begriffe der Chemie wie Atom, Molekül, Wertigkeit, Atomgewichte und über den Zusammenhang der Elementarteilchen innerhalb eines Moleküls gereichte dem Ansehen der Chemie zum Schaden. Die Schwierigkeiten vermehrten sich durch das rasche Anwachsen der bekannten organischen Verbindungen. In den 20 Jahren von 1860-1880 vervielfachte sich deren Anzahl von etwa 3000 (2) auf etwa 15000 (3).

Die Chemie, in erster Linie die theoretische und organische, befand sich in einem lebhaften Entwicklungsstadium.

Die Formelschreibweise und die dahinter stehenden theoretischen Anschauungen waren chaotisch. Fast jeder Chemiker drückte seine Untersuchungsergebnisse in seiner eigenen Formelsprache aus. So gab Kekulé in seinem Lehrbuch von 1861 19 verschiedene Formeln für Essigsäure an (4) und betonte, daß er damit noch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebe. Meinungsstreitigkeiten waren unvermeidlich.

Für den heutigen Betrachter ist es schwierig, sich den Zustand zu vergegenwärtigen, in dem sich die Chemie zu Erlenmeyers Zeit befand. Und doch ist es nötig, sich darüber klar zu werden, wenn man das Wirken dieses Chemikers richtig einschätzen will. Das Verdienst Erlenmeyers liegt in seinem entschiedenen Auftreten für

die damals noch umstrittene Atomtheorie Daltons und für die Strukturchemie, die sich seit 1860 aus den Vorstellungen Butlerows und Kekulé's entwickelte. Er trug wesentlich zur Begriffsbildung der damaligen theoretischen Chemie und zur Ausgestaltung der Strukturlehre bei.

Ziel dieser Arbeit ist es, an Hand von Erlenmeyers Briefwechsel, seiner Abhandlungen, Zeitschriftenaufsätze und seines Lehrbuches aufzuzeigen, wie sich seine Vorstellungen entwickelten.

Mein besonderer Dank gilt

Frau Priv. Doz. Dr. rer. nat. Dr. med. habil. Christa Habrich, die durch ihre lebendigen Vorlesungen allgemeines Verständnis für geschichtliche Zusammenhänge vermittelte, für die Leitung der Arbeit, für ihre Geduld und ihre ausgezeichneten Ratschläge. Herr Dr. Otto Krätz, der Leiter der Abteilung Chemie im Deutschen Museum in München, weckte im November 1979 mein Interesse für dieses chemiegeschichtliche Thema. Ihm möchte ich hier für die Anregung und die zahlreichen wertvollen Hinweise ganz herzlich danken.

Die Mitarbeiter der Bibliothek und der Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums waren mir bei der Einsicht in die umfangreiche Literatur, die Brieforiginale und Manuskripte behilflich.

Verbunden bin ich auch Herrn Professor Dr. Klaus Hafner vom Institut für Organische Chemie an der Technischen Hochschule Darmstadt, der mir freundlicherweise die Briefe aus dem August Kekulé-Archiv zur Verfügung stellte.

Aufrichtigen Dank möchte ich Herrn Professor Dr. med. Dr. h.c.mult. Heinz Goerke und den Mitarbeitern des Instituts für Geschichte der Medizin der Ludwig-Maximilians-Universität München aussprechen. Durch stete Hilfsbereitschaft und seinen aufmunternden Beistand half mir Herr Professor Goerke besonders während der Zeit der Vorprüfung und auf der Zielstrecke.

Inhaltsübersicht

	Seite
Einleitung	
Lebenslauf	13
Erlenmeyers Briefwechsel	23
Erlenmeyers Redaktionstätigkeit	25
 Hauptteil	
1. Rückschau	33
a) Atomtheorie, elektro-chemische Theorie, dualistische Betrachtungsweise	33
b) Ältere Radikaltheorie	36
Aetherintheorie	37
Benzoylradikal	38
Aethylradikal	39
Kakodylradikal	39
c) Abkehr von der dualistischen Anschauung	41
Substitutions- oder ältere Typentheorie	41
Theorie der Reste und neuer Radikalbegriff	43
2. Charles Gerhards Typentheorie	44
3. Die Entwicklung zur Strukturchemie bereitet sich vor	46
a) Entstehung des Wertigkeitsbegriffes	46
b) Weiterentwicklung der Typentheorie	49
c) Schwächen der Typentheorie und Erlenmeyers Abkehr	52
4. Strukturtheorie	58
a) Erstmalige Definition des Begriffes	58
b) Erlenmeyers Lehrbuch der organischen Chemie	61
c) Trennung der Begriffe Atom, Molekül, Äquivalent und Revision der Atomgewichte	67
d) Die Erkenntnisse aus der Avogadro'schen Hypothese setzen sich durch	75
e) Auflösung des Radikals, Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms, direkte Verknüpfung der Kohlenstoffatome miteinander	85

	Seite
5. Erlenmeyers Eintreten für die Strukturchemie und seine Auseinandersetzung mit Hermann Kolbe	91
6. Die Bindungskräfte zwischen den Atomen	106
a) Erweiterung der Atomtheorie Daltons	106
b) Vorstellungen über die Natur der Affinitäts- einheiten	114
c) Verschiedene Erklärungsweisen für die Erscheinung der Isomerie	128
7. Entwicklung der Strukturformel	154
8. Strukturchemische Betrachtungen Erlenmeyers	199
a) Ungesättigte Verbindungen	199
b) Azokörper	207
c) Merkmale aromatischer Verbindungen	207
d) Bindungsvermögen der Kohlenstoffatome für Hydroxylgruppen	210
e) Untersuchungen über die Struktur von Anethol und Eugenol	211
f) Struktur des Gärungsbutyl- und des Gärungsamylalkohols	213
g) Betrachtungen über Bernsteinsäure	213
h) Guanidine	214
i) Succinimid	214
j) Untersuchungen über Milchsäure	215
k) Halogenierte und hydroxylierte organische Säuren	216
l) "Erlenmeyer-Regel"	216
m) Tyrosinsynthese	217
Erlenmeyers Anteil am Ausbau der Strukturchemie und seine Beurteilung durch die Chemiegeschichtsschreibung	218
Zusammenfassung	229

	Seite
Anhang	231
Anmerkungen	231
Abkürzungen häufig zitierter Zeitschriften	254
Schrifttumsverzeichnis	255
Ergänzende Literatur	279
Namensverzeichnis	280
Quellenanhang	295

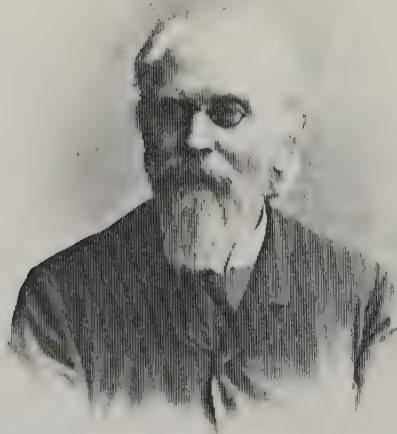


Abbildung 1: Emil Erlenmeyer im Alter von 64 Jahren.

Photographie nach dem Original im "Krause Album".

Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München.

Lebenslauf

Erlenmeyers Lebenslauf, von ihm selbst verfaßt in einem Brief vom 23. Januar 1890 an den Chemiker Georg Krause (1849-1927), den damaligen Herausgeber der "Allgemeinen Chemiker-Zeitung", befindet sich in den Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München (5).

Georg Krause sammelte Lebensläufe berühmter Zeitgenossen, um für den Fall ihres Ablebens die Unterlagen parat zu haben. Erlenmeyer schrieb in einem Begleitbrief:

Frankfurt a./M. Taunusstrasse 13
d.23. Januar 1890

"Sehr geehrter Herr Dr.!

Durch das Album, welches Kekulé zu seinem 60ten Geburtstag erhielt, war ich als alter Freund von ihm veranlasst, wieder einmal dem Lichtbildner zu sitzen. Ich sende Ihnen desshalb die längst gewünschte Photographie und lege einen kurzen Lebenslauf bei in der Hoffnung, dass Sie noch nicht zu bald Gebrauch davon machen müssen, denn ich bin noch einmal glücklich der Influenza entronnen, weil ich mich dem in Ihrer Zeitung empfohlenen Menthol-dampf ausgesetzt habe. In der Hoffnung, dass es Ihnen und Ihrer werthen Gattin wohl geht empfehle mich

ergebenst Erlenmeyer"

Dann folgt sein Lebenslauf:

"Emil Erlenmeyer ist am 28ten Juni 1825 als Sohn des Pfarrers Dr. F. Erlenmeyer zu Wehen bei Wiesbaden geboren. Nach gewonnener Gymnasial- und pharmaceutischer Bildung als Vorbereitung für das Studium der Medicin bezog er im Frühjahr 1845 die Universität Giessen, um Medicin zu studiren. Durch die Vorlesungen Liebig's wurde er aber

für die Chemie so eingenommen, dass er sich dem Studium dieser Wissenschaft zuwendete. Er arbeitete zuerst in dem Laboratorium von Will, wurde dessen Assistent, studierte hierauf in Heidelberg, ging aber wieder nach Giessen zurück, um unter Liebig's directer Leitung seine Studien zu vollenden. Er wurde dann Assistent von Fresenius in Wiesbaden und unterwarf sich auf Wunsch seines Vaters der pharmaceutischen Staatsprüfung, leitete hierauf zunächst eine Apotheke auf dem Lande, später eine in Wiesbaden, wo er zugleich an einer Handels- und Gewerbeschule den Unterricht in Chemie und Physik erteilte.

Im Jahr 1855 siedelte er nach Heidelberg über, errichtete dort ein Laboratorium für technisch-chemische Untersuchungen, mit dem er, nachdem er sich 1857 habilitirt hatte, ein Unterrichtslaboratorium verband (6).

Im Jahr 1859 nach Kekulé's Weggang von Heidelberg wandte er sich der reinen Chemie zu, hielt Vorlesungen über theoretische und organische Chemie und übernahm Anfangs in Gemeinschaft mit Lewinstein die Redaction der kritischen Zeitschrift für Chemie, die er von 1861 bis 1864 allein führte. Mit dem Jahr 1865 übergab er diese Redaction den drei Göttinger Docenten Beilstein, Fittig und Hübner und beschäftigte sich selbst mit der Abfassung eines Lehrbuchs der organischen Chemie.

1863 wurde er ausserordentlicher Professor zu Heidelberg und folgte 1868 einem Ruf an die technische Hochschule zu München als ordentlicher Professor der Chemie und Vorstand des chemischen Laboratoriums. 1870 wurde er zum ausserordentlichen und 1877 zum ordentlichen Mitglied der k. Bayrischen Akademie der Wissenschaften ernannt. 1871 trat er mit Volhard in die Redaction von Justus Liebig's Annalen der Chemie.

1883 musste er sich wegen andauernder heftiger Kopfneu-

ralgie pensionieren lassen und siedelte nach Frankfurt a./M. über" (7).

Hier endet sein selbstgeschriebener Lebenslauf.

Erlenmeyer setzte sich sehr für die Verständigung zwischen den Chemikern verschiedener Länder ein, vor allem pflegte er gute Kontakte zu russischen Wissenschaftlern. Russische Studenten machten einen großen Teil seiner Hörerschaft aus (8), und in seiner Zeitschrift für Chemie erschienen laufend Artikel russischer Chemiker. In freundschaftlicher Verbundenheit hatten sie ihm den Spitznamen "Eremeitsch" gegeben.

1889 wurde er zum Präsidenten der Deutschen Chemischen Gesellschaft gewählt. Seit 1893 lebte er in Aschaffenburg. Am 28. Juni 1905, zu seinem 80. Geburtstag, erhielt er das Ehrendiplom eines Doktors der technischen Wissenschaften von der Technischen Hochschule München, wurde zum Ehrendoktor der naturwissenschaftlich-mathematischen Fakultät Heidelberg, zum Ehrenmitglied der Münchner Chemischen Gesellschaft sowie zum Ehrenmitglied des Aschaffenburgers Naturwissenschaftlichen Vereins ernannt.

Richard August Carl Emil Erlenmeyer starb am 22. Januar 1909 in Aschaffenburg (9).

Wenngleich mit dieser Arbeit Erlenmeyers Bedeutung als Theoretiker gewürdigt werden soll, darf nicht vergessen werden, daß er vor allem zwischen 1849 und 1861 zahlreiche Experimente auf dem Gebiet der anorganischen und angewandten Chemie machte. Er beschäftigte sich mit dem Phosphorgehalt des Weißblechs ebenso wie mit der Glasur von Töpferwaren, mit dem Ersatz von Perugano durch inländische Düngemittel, wie mit dem Ammoniakgehalt der Luft in Pferdeställen. -

1868 gelang ihm die Synthese des Guanidins, 1882 die des Tyrosins. Für die Laboratoriumstechnik entwickelte Erlenmeyer neben einem Gasofen für die Elementaranalyse und einem Apparat zum Erhitzen zugeschmolzener Röhren ein Glasgefäß, das heute

in keinem pharmazeutischen oder chemischen Labor fehlt:

In der "Zeitschrift für Chemie und Pharmacie" von 1860 erschien in einer Abhandlung "Zur chemischen und pharmaceutischen Technik" (10) die Beschreibung eines "Praecipitirkolbens oder Becherkolbens", der noch heute den Namen "Erlenmeyerkolben" trägt (siehe Abbildungen 4-5).

Für das Sommersemester 1861 kündigt ich an:

Organische Experimentalchemie mit besonderer
Rücksicht auf Medicin & Pharmacie 5 mal
wöchentlich v. 8 bis 9 Uhr.

Stoichiometrie und analytische Chemie mit besonderer
Rücksicht auf Medicin & Pharmacie 3 mal
wöchentlich v. 8 bis 9 Uhr.

Repetitorium über organische Chemie mit besonderer
Rücksicht auf theoretische Ansichten, 1 mal
wöchentlich v. 8 bis 9 public.

Practische Übungen im Laboratorium mit besonderer
Berücksichtigung der Darstellungs- und Untersuchungsverfahren
organischer Körper.

Privatissima über Chemie und Pharmacie.

Für das Sommersemester 1861 kündigt ich an.

Organische Experimentalchemie mit besonderer Rücksicht auf Medicin
und Pharmacie 5 mal wöchentlich v. 8 bis 9 Uhr.

Stoichiometrie und analytische Chemie mit Repetitorium 3 bis 4 mal
wöchentlich.

Repetitorium über organische Chemie mit besonderer Rücksicht auf
theoretische Ansichten, 1 mal wöchentl. von 8 bis 9 public.

Practische Übungen im Laboratorium mit besonderer Berücksichti-
gung der Darstellungs- und Untersuchungsverfahren organischer
Körper.

Privatissima über Chemie und Pharmacie.

Abbildung 2: Handschriftlicher Entwurf Erlenmeyers für die
Ankündigung seiner Vorlesungen und Praktika im
Sommersemester 1861.

Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München.
(1968-589).

Winter Semester 18⁶⁰/₆₁.

Practische Uebungen:

1. *Albert Zwink. Goepfingen*
2. *L. Ernst. Siegen*
3. *F. Limberger. Grebenstein*
4. *A. Borodin. Russland. St. Petersburg.*
5. *H. Cuony von Freiburg, Schweiz.*
6. *Joh. Zeller aus Neckarbischofsheim.*
7. *W. Grierl from Scotland*
A. Eisenlohr Dr. ph. Heidelberg

Winter Semester 1860/61

Practische Uebungen:

1. Albert Zwink. Goepfingen
2. L. Ernst. Siegen
3. F. Limberger. Grebenstein
4. A. Borodin. Russland. St. Petersburg *
5. H. Cuony von Freiburg/Schweiz
6. Joh. Zeller aus Neckarbischofsheim
7. W. Grierl from Scotland
A. Eisenlohr Dr. ph. Heidelberg

* der russische Komponist Alexander Borodin

Abbildung 3: Teilnehmer an Erlenmeyers Praktikum.

Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München.
(1968-589/3)

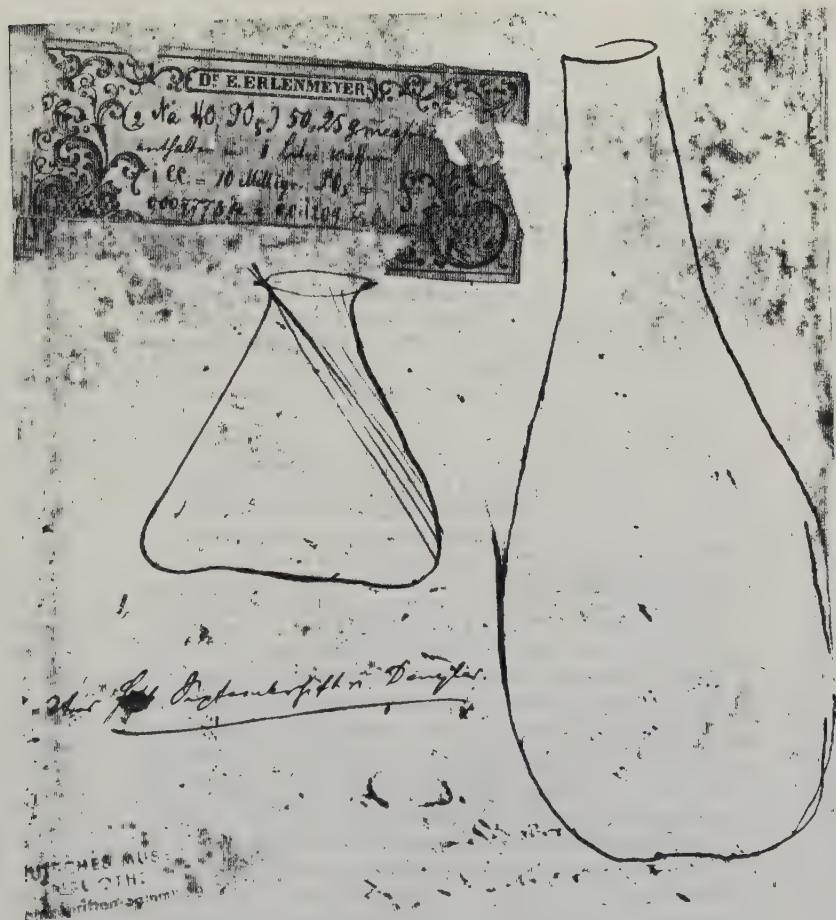


Abbildung 4: Eine von Erlenmeyer selbst gezeichnete Skizze des berühmten Kolbens.

Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München.
(1968-589/10)

Zur chemischen und pharmaceutischen Technik.

Auf der Apothekerversammlung im Jahr 1857 zu Heidelberg zeigte ich einen Kolben vor, dessen ich mich zur Präcipitation von verschiedenen chemischen Verbindungen in der quantitativen Analyse bediene. Er unterscheidet sich in der Form von den gewöhnlichen sogenannten Stehkolben dadurch, dass Bauch (Kugel) und Hals (Cylinder) in einander verlaufen und einen Kegel bilden. Der Boden ist wie der eines Stehkolbens, etwas eingezogen und geht dann durch eine leichte Rundung in die Kegelform über. Der Durchmesser des Bodens ist ≈ 3 , wenn die Höhe des Kolbens von der Mitte des Bodens bis zur Mündung ≈ 6 und der Durchmesser der Mündung ≈ 1 ist. Die letztere ist mit einem Hüttenrand versehen; die Form des ganzen Gefässes erinnert an die Digrifflaschen der Apotheken.

Ich habe so geformte Kolben, die man Präcipitirkolben oder auch Becherkolben nennen kann, durch H. Conr. Kittel in Frankfurt a. M. und durch H. Kirner-Willmann in Heidelberg in mehreren Grössen anfertigen lassen und benutze dieselben zu den verschiedensten Zwecken. Sie vereinigen die Vortheile der Bechergläser mit denen der gewöhnlichen Kolben. Man kann darin auf freier Flamme kochen, ohne ein Springen befürchten zu müssen; wenn man einen Trichter aufsetzt, so ist auch das Herauspritzen von Flüssigkeitstheilchen unmöglich; man kann daraus ebenso bequem wie aus einem Becherglas die an den Wänden und dem Boden ansitzenden Partikelchen des Niederschlags mittelst einer Feder herauschaffen, weil man alle Stellen des ganzen inneren Gefässes mit der Federfahne zu erreichen im Stande ist. Niederschläge, die sich wie schwefelsaurer Baryt, oxalsaurer Kalk etc. leicht an den Wänden hinaufziehen und sich auch nach oft wiederholtem Ausspülen aus einem Becherglas sehr schwierig aufs Filter bringen lassen, können aus dem Becherkolben mit der grössten Leichtigkeit herausgeschafft werden, indem man das Waschwasser gehörig damit schüttelt.

Der Präcipitirkolben eignet sich ferner noch ganz vorzüglich zum Decantiren*) und zum Schneiden von 2 verschieden schweren, nicht mit-

*) Wenn man die Mündung so enge und den Kegel entsprechend höher machen lässt, so dass man mit dem Daumen schliessen kann, dann ist der Becherkolben auch besser wie ein gewöhnlicher zum Decantiren des Chlorsilbers geeignet.

Abbildung 5a: Originalveröffentlichung über Beschaffenheit und Vorzüge des "Erlenmeyerkolbens".

Zeitschrift für Chemie und Pharmacie 3 (1860), 21-22.

einander mischbaren Flüssigkeiten, die leichtere sammelt sich vollständig über der schwereren an. Ebenso ist er sehr branchbar zur Zersetzung von kohlensauren Salzen durch stärkere Säuren — ich benutze ihn zu alkalimetrischen Bestimmungen —, zur Zersetzung von Metallen und Schwefelmetallen durch Salzsäure, Salpetersäure, Königswasser, zum Zwecke quantitativer Bestimmungen etc.

Es ist nicht nöthig, noch weitere Vorzüge anzuführen; denn wer einmal ein Instrument in die Hand nimmt, der findet auch bald seine Anwendbarkeit selbst. Der einzige Misstand, welcher sich bis jetzt bei einigen gefunden hat, ist der, dass die Hüttenrände manchmal, gerade wie bei vielen Bechergläsern und Kolben, ohne sichtbare Veranlassung abspringen. Wenn die Rände besser gekühlt werden, so muss dieser Uebelstand natürlich wegfallen. E.

Bunsen und Roscoe. Photochemische Untersuchungen.

Pogg. Ann. XCVI. 373, C. 43 und 481, CL. 235, CVIII. 193.

Die chemischen Wirkungen des Lichts sind zuerst von Draper gemessen worden, doch haben erst die neueren photochemischen Untersuchungen von Bunsen und Roscoe Anhaltspunkte zu absoluten Messungen gegeben, indem sie den eigenthümlichen Erscheinungen, welche bei der photochemischen Wirkung auftreten und den zahlreichen Fehlerquellen eine tiefeingehende Prüfung widmeten.

Sie maassen die chemischen Wirkungen des Lichtes durch die Menge von Chlor und Wasserstoff, welche es zu Chlorwasserstoff zu verbinden im Stande ist. Beide Gase entwickelten sie durch Elektrolyse aus flüssiger Salzsäure von 30 Procent, und leiteten sie in ein der Beleuchtung zu unterwerfendes Gefäß, das Insulationsgefäß, welches zum Theile mit Wasser zur sofortigen Absorption des gebildeten Chlorwasserstoffs gefüllt war. Die Wirkung des Lichtes hängt sehr wesentlich davon ab, ob diesem Chlor und Wasserstoff in demselben Verhältnisse, in welchem sie sich verbinden, also zu gleichen Volumen, ausgesetzt werden; dies wurde erreicht, indem man die Gase, von welchen das Chlor anfangs in viel stärkerem Maasse absorbirt wurde, so lange (mehrere Tage) durch das Wasser hindurchleitete, bis bei dem vorhandenen Drucke die Zu-

Erlenmeyers Briefwechsel

In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts bestand unter den führenden Chemikern guter Kontakt. Man traf sich auf Kongressen und Naturforscherversammlungen, besuchte sich untereinander und unterhielt einen regen Briefwechsel.

Erlenmeyers Briefwechsel ist zum Teil erhalten. In den Sonder-sammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München befinden sich 221 Originalhandschriften Erlenmeyers: Briefe und Briefentwürfe, 71 Manuskripte, zahlreiche lose Zettel und Notizen, sowie 2328 Briefe an Erlenmeyer, die verschiedentlich mit Randbemerkungen von ihm versehen wurden. Weitere 7 Briefe Erlenmeyers an Justus von Liebig (1803-1873) werden in der Bayerischen Staatsbibliothek in München aufbewahrt. Der Briefwechsel zwischen Erlenmeyer und August Kekulé (1829-1896) von 1859 bis 1894, bestehend aus 59 Briefen Erlenmeyers an Kekulé und aus mehreren Briefen Kekulés an Erlenmeyer findet sich im Kekulé-Teilnachlaß der Technischen Hochschule Darmstadt.

Alle diese Schriftstücke wurden analysiert und, soweit sie sich inhaltlich mit Erlenmeyers theoretischem Schaffen befassen, wurden sie aus der deutschen Schrift transkribiert und für diese Thematik ausgewertet. Im Anhang sind sie ediert.

In seinen Briefen zeigt sich Erlenmeyer dem Themenkreis der Strukturchemie gegenüber zurückhaltend. In einem Brief aus dem Darmstädter Nachlaß, der leider undatiert ist, jedoch aus der Heidelberger Zeit zwischen 1859 und 1868 stammt, schrieb Erlenmeyer an Kekulé:

"Ueber Chemie habe ich mir vorgenommen in Zukunft nur in offenen Briefen zu schreiben und in öffentlicher Rede zu schwätzen. Schreibt man darüber in geschlossenen Briefen oder schwätzt man darüber in gemüthlicher Unterhaltung, so wird zwar immer die Wissenschaft etwas mehr filtrirt, aber

dem menschlichen Individuum erwächst daraus nichts, was zur Klärung seiner Verhältnisse beitragen könnte. Nach Adoption solcher Grundsätze bleibt nichts übrig, was Briefporto werth wäre" (11).

Dementsprechend theilte Erlenmeyer seine Ideen und Anschauungen vorwiegend in Fachschriften mit.

Ergänzend hellt der Briefwechsel die Hintergründe auf und vermittelt einen guten Einblick in die Zeitverhältnisse, in die Persönlichkeit und die wissenschaftliche Tätigkeit des Verfassers.

Erlenmeyers Redaktionstätigkeit

1858 wurde in Heidelberg eine "Kritische Zeitschrift für Chemie, Physik und Mathematik" begründet. Die Herausgeber waren: August Kekulé (1829-1896), Gustav Lewinstein (1829-1902), Friedrich Eisenlohr (1831-1904) und Moritz Cantor (1829-1920).

1859 übernahm Erlenmeyer zunächst mit Lewinstein zusammen die Herausgabe unter dem neuen Namen "Kritische Zeitschrift für Chemie und die verwandten Wissenschaften und Disziplinen".

1860 wurde der Titel erneut umbenannt in "Zeitschrift für Chemie und Pharmacie", Correspondenzblatt, Archiv und kritisches Journal. So hieß die Zeitschrift bis 1864.

Im Gegensatz zu Liebigs Annalen, die Originalabhandlungen zwar ausführlich, allerdings oft mit einiger Verzögerung brachten, sollte sie wissenschaftliche Arbeiten und auch Kurzberichte aus Originalen möglichst rasch erscheinen lassen. Die Aufnahme pharmazeutischer Beiträge wurde von Apotheker Albert Zwink aus Göppingen (vgl. auch Abbildung 3: Teilnehmer an Erlenmeyers praktischen Übungen) in einem Brief an Erlenmeyer (12) begrüßt. Allerdings versprach er sich, der selbst ein pharmazeutisches Wochenblatt herausgab, kaum größere Abonnentenzahlen aus Apothekerkreisen. Er hielt nämlich seine älteren Kollegen für uninteressiert an der neuen Chemie. Sie seien mehr solchen Schriften zugetan durch die der Gelderwerb steige. Seinen jüngeren Kollegen sagte er allzu große Vergnügungssucht nach, als daß sie wissenschaftliche Journale abonnierten.

1862 glaubt auch Erlenmeyer nicht mehr daran, in Pharmazeutenkreisen neue Leser zu gewinnen (13):

"Ich habe mich in diesem Jahr von Neuem überzeugt, dass

es nicht möglich ist für das wissenschaftliche und pharmaceutische Publicum gleichzeitig zu schreiben und habe deshalb das letztere ganz aufgegeben, bis vielleicht einmal eine Zeit kommt, wo meine Ermahnungen bei den Apothekern mehr Gewicht haben, als jetzt."

Den Titel seiner Zeitschrift behielt er jedoch bei.

1861-1864 führte Erlenmeyer die Redaktion allein.

In seinem Journal erwies er sich als starker Vorkämpfer der Strukturlehre. Die Beiträge seiner Kollegen nahm er häufig zum Anlaß, seine eigenen theoretischen Vorstellungen darzulegen, indem er jene in angefügten "kritischen Bemerkungen" eingehend betrachtete, sie zum Teil mit Ausrufungs- und Fragezeichen oder Fußnoten versah und zum Vergleich mit eigenen Abhandlungen kommentierte.

Obgleich er, wie er auch im Brief vom 28. Juni 1871 an Hermann Kolbe (1818-1884) beteuerte (14), niemals zu einer Originalabhandlung eine Bemerkung machte, sondern immer nur zu Abhandlungen, die er anderen Journalen entnommen hatte, schuf er sich auf diese Weise keine Freunde. Auch Kekulé's Ausführungen blieben nicht ungeschoren und das freundschaftliche Verhältnis beider wurde getrübt. Zu seiner unverblümten Art wissenschaftlicher Kritik schrieb Erlenmeyer entschuldigend an Alexander Butlerow (1828-1886):

"Wenn Ihnen deshalb vielleicht meine Ausdrücke hier und da etwas unfreundlich vorkommen, so schreiben Sie das dem Umstande zu, dass ich ein derber ungeschliffener Schlingel bin, der in wissenschaftlichen Dingen keine Freundschaft berücksichtigt. Sie werden aber auch anerkennen müssen, dass ich mir selbst nichts schenke. Wenn ich eine Dummheit gemacht habe, so genire ich mich nicht das öffentlich zu bekennen" (15).

Friedrich Konrad Beilstein (1838-1906) hatte von Erlenmeyers Zeitung keine große Meinung. In einem Brief an Butlerow kommt seine Ablehnung klar zum Ausdruck. Er schrieb:

"Dass S i e viele Zurücksetzung und Kränkung von den verschiedensten Seiten erfahren haben, konnte ich leider nur zu oft selbst verfolgen. Es ist dieses aber fast regelmässig das Loos derjenigen, die ihrer Zeit vorausseilen... Was Ihnen aber viel geschadet hat, war Ihre Freundschaft mit Erlenmeyer. Es ist Ihnen wohl nicht bekannt, dass Erlenmeyer bei seinen Landsleuten nicht sehr beliebt ist. Sein Journal hat er, meiner Ansicht nach, ganz verkehrt geleitet, wie denn auch die Zahl seiner Abonnenten fortwährend abnahm. Er hatte zuletzt kaum 150 Abonnenten. Ferner waren seine Abhandlungen viel zu breit, einzelne gute Gedanken wurden förmlich ertränkt in der vielen Sauce, die er über Alles ausgoss. I c h habe zuletzt seine langen Betrachtungen nicht mehr gelesen, um so weniger, als sie zuletzt sämtlich gar zu tendenziös gehalten waren. Durch seine häufige Bezugnahme auf Sie, haben viele Chemiker S i e mit ihm zusammengeworfen und in Folge dessen Ihre Abhandlungen ebenso wenig gelesen, als die Erlenmeyer'schen. Dieses - und dann noch die s e h r g e r i n g e V e r b r e i t u n g des Erlenmeyer'schen Journals sind am meisten Schuld, dass Ihre Ansichten nicht allgemeiner bekannt geworden sind. Ich weiss, dass sehr viele bloss darum das Journal nicht gelesen haben, weil der Name Erlenmeyer darauf stand. Daher kommt es, dass die gewissenhaftesten und s o l i d e s t e n Leute, wie z.B. Lothar Meyer - nicht einmal eine Ahnung davon haben, dass Sie derjenige Chemiker sind, der zuerst darauf bestanden hat, zu einer

Zeit wo noch Alles von Typen wimmelte, die Constitution der organischen Verbindungen zurückzuführen auf die Verhältnissverhältnisse der einzelnen Atome" (16).

Wenn auch Beilstein sich derart geringschätzig geäußert hatte - die "Zeitschrift" gibt einen umfassenden Überblick über die herrschenden Vorstellungen und stellt ein großartiges Dokument zu den Auseinandersetzungen und der Entwicklung der neuen theoretischen Ansichten in der organischen Chemie dar.

1864 entschloß sich Erlenmeyer, die Redaktion aufzugeben. Die Abonnentenzahl war zu gering.

Die feindliche Reaktion der Kollegen auf Erlenmeyers kritische Bemerkungen spiegelt sich in einem Brief an Butlerow:

"Statt dass die Leute direct auf die Kritiken, die ihnen nicht zusagen, eine Erwiderung an die Redaction der Zeitschr. f. Chem. u. Pharm. einschicken, schimpfen sie mir über die Zeitschrift und schaffen sie ab. Dann und wann schreibt mir einer in einem Briefe einige Grobheiten, die ich aber nicht veröffentlichen mag, weil ich die Erlaubnis nicht dazu habe. Was soll da nun mein dummes Geschwätz noch weiter gedruckt werden? Ich werde von jetzt an nur noch in Ausnahmefällen sprechen, im Herzen aber schweigend alles über mich ergehen lassen und dann am Ende vom Jahr die Zeitschrift aufgeben" (17).

Erlenmeyers Plan, die Zeitschrift Beilstein zu übergeben, der sie zu einer russischen Zeitschrift in deutscher Sprache, eventuell in Verbindung mit einer russischen Chemikergesellschaft machen sollte, "damit doch die Kritik nicht ganz einschläft", stieß bei Beilstein nicht auf Gegenliebe.

Es fiel Erlenmeyer nicht leicht, einen Nachfolger für die Redaktion zu finden. Verschiedene Chemiker lehnten ab, weil sie die Einarbeitungszeit in die neuen Ansichten, wie sie die Zeitschrift vertrat, zu langwierig fanden (18).

1865 übergab er dann die Leitung der Zeitschrift an Hans Hübner (1837-1884), der sie ab 1866 zusammen mit Beilstein und Rudolf Fittig (1835-1910) führte. Sie hieß jetzt nur noch "Zeitschrift für Chemie".

Die neuen Herausgeber verzichteten auf "Bemerkungen á la Erlenmeyer", wie es Beilstein nannte:

"Darf ich Ihnen nun Einiges über die Tendenz unserer Zeitschrift mittheilen. Erlenmeyer hatte durch sein parteiisches Redigiren sich so ziemlich mit allen Chemikern verfeindet und sein vortreffliches Unternehmen ganz zu Grunde gerichtet. Indem wir nun den ursprünglichen Gedanken wieder aufgreifen, halten wir es für nötig klar auszudrücken was wir wollen..." (19).

Von jeder erschienenen Arbeit sollte ein kurzer Auszug abgedruckt werden und rasch erscheinen. Die ausführliche Abhandlung sollte den "Annalen der Chemie und Pharmacie" vorbehalten sein. Auch sollte die Theorie etwas mehr in den Hintergrund treten.

Das letzte Exemplar der "Zeitschrift für Chemie" erschien 1871. Auf Vorschlag von August Wilhelm Hofmann (1818-1892) war 1867 die "deutsche Chemische Gesellschaft" mit Hofmann selbst als erstem Präsidenten gegründet worden. Durch die 1868 erstmals erschienenen "Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft", die für rasche Veröffentlichung oft nur vorläufiger Mitteilungen sorgten und auch Kurzreferate aus anderen Zeitschriften und von anderen Gesellschaften brachten, war die "Zeitschrift für Chemie" verdrängt worden.

Die "Berichte" waren bald die verbreitetste chemische Zeitschrift in Deutschland.

1871 übernahm Erlenmeyer zusammen mit Jacob Volhard (1834-1910) Liebigs Annalen. Liebig selbst hatte ihn dazu berufen. Die Skepsis, die Erlenmeyer bei der Übernahme der Redaktion entgegen schlug, läßt sich in mehreren Briefen nachlesen. (20). Man hatte Erlenmeyer als scharfen Kritiker nicht vergessen und nahm ihm seine Randbemerkungen von damals immer noch übel. Auch Kekulé hatte sich gegen ihn als Redakteur der Annalen geäußert. Ein in Darmstadt erhaltener Briefwechsel vom November 1871 zwischen Erlenmeyer und Kekulé beleuchtet die damalige Situation (21). Die Aussprache erfolgte jedoch in aller Offenheit. Kekulé warf Erlenmeyer seine früheren "Sünden" vor, was dieser aber nicht übel nahm. Das freundschaftliche Verhältnis war wieder hergestellt, doch Erlenmeyers Einstellung zur wissenschaftlichen Kritik blieb im wesentlichen unverändert:

"Es ist gewiss Niemand leichter und lieber bereit, einen Irrthum einzusehen und einzugestehen, als ich, wenn Gründe dagegen von andern oder von mir selbst gefunden werden. Ich dünkte, das hätte ich früher in meiner Zeitschrift, der ich so viel Wissen und so viele Feinde zu danken habe, oft genug bewiesen. Wie ich andere kritisirt habe, so habe ich mich selbst kritisirt, und ich kann sagen, dass ich auf keine meiner Eigenthümlichkeiten so stolz bin, als auf die, dass ich an mich selbst immer die schärfste Kritik anlege und dass ich deshalb auch die Kritik eines Anderen nicht bloss ertragen kann, sondern sie immer dankbar entgegennehme. Ich erlaube mir sogar die Überzeugung zu haben, dass wenn alle Chemiker dieselbe Eigenthümlichkeit hätten, unsere Wissenschaft schon weiter fortgeschritten wäre, als

dies unter dem beständigen reibenden Druck der Persönlichkeiten möglich ist" (22).

"Ich bin nämlich keiner von denen, welche sich auf eine einmal ausgesprochene Anschauung (ver)steifen; im Gegentheil ich unterziehe meine eigenen Ansichten mehr als die anderen einer strengen Kritik und freue mich nur, wenn ich selbst einen Fehler entdecke, oder wenn Andere mir einen solchen nachzuweisen im Stande sind. Meine ganze wissenschaftliche Thätigkeit bestand bisher und wird immer bestehen im expositionellen und experimentellen Kritisiren von wissenschaftlichen Anschauungen und Erfahrungen eigener und fremder Production. Ich habe mir durch diese Art von Thätigkeit viele Feinde gemacht, weil nur der Hundertste Kritik seiner Produkte vertragen kann. Aber soviel habe ich erfahren, dass in der Chemie wie in allen Wissenschaften Kritik sehr vortheilhaft ist und dass der jetzige kritiklose....." (23).

Erlenmeyers schonungslose Kritik war zweifellos der Entwicklung der organischen Chemie sehr förderlich.

1879 zog er sich aus der Redaktion der Annalen zurück, blieb aber Mitherausgeber bis zu seinem Tode.

Über das weitere Schicksal der heute noch erscheinenden Annalen berichtet einer der Herausgeber, K. Hafner, Professor für Organische Chemie an der Technischen Hochschule Darmstadt in: "150 Jahre Annalen" (Ann.Chem. 1981, Heft 12, 1-12).

1. Rückschau

Die Zusammenstellung in der Rückschau erfolgte vorwiegend unter Berücksichtigung des Chemiegeschichtswerkes "A History of Chemistry" Band 4 von J.R.Partington. Die zitierten Originalarbeiten wurden hierzu herangezogen.

a) Atomtheorie, elektro-chemische Theorie, dualistische Betrachtungsweise.

Ehe sich strukturchemische Betrachtungen ihre Bedeutung in der theoretischen organischen Chemie eroberten, ehe Emil Erlenmeyer für die Festigung dieser Anschauungen eintreten konnte, waren verschiedene Theorien entstanden, die dazu beitragen sollten, Klarheit und Einsicht in das Wesen organischer Moleküle zu gewinnen. Die Grundlage für diese Überlegungen hatte, abgesehen von den Chemietheoretikern des 17. und frühen 18. Jahrhunderts, John Dalton (1766-1844) geschaffen, indem er den Atombegriff für die Chemie fruchtbar machte. Damit begann eine neue Ära. Durch die Atomtheorie war der Weg für die Chemie zur modernen Wissenschaft vorgezeichnet. Die Bestimmung der relativen Atomgewichte wurde erstmals möglich. Man begann, Atome symbolisch darzustellen und ihre Zahlenverhältnisse in Formeln auszudrücken.

Bereits um das Jahr 1802 stellte Dalton seine Atomhypothese auf und vertrat sie seit 1803 in seinen Vorlesungen; er konnte ihr jedoch erst mit der Publikation von 1808 (24) weitere Verbreitung verschaffen (25). Auf dem Gedankengut griechischer Philosophen fußend, ging Dalton von folgender Annahme aus: Die Materie ist nicht unendlich teilbar, sondern nur bis zu bestimmten kleinsten materiellen Teilchen, den Atomen. Die Elemente, aus denen alle uns zugänglichen Körper aufgebaut sind, bestehen aus diesen Atomen, welche sich bei der chemischen

Vereinigung der Elementarstoffe in bestimmter Art und Zahl anziehen und aneinander lagern.

Dalton bestimmte die relativen Massen der kugelförmig gedachten Atome und versah die einzelnen Elemente mit bildhaften Symbolen.

Jöns Jakob Berzelius (1779-1848) (26) schuf die noch heute verwendeten Atomsymbole und aufbauend auf Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) (27) die chemische Nomenklatur. Die Zusammensetzung organischer Substanzen wurde durch Formeln ausgedrückt, die jedoch über die Verknüpfung der Atome nichts aussagten. Man erkannte die Wertigkeit der Atome zunächst nicht und begann erst später, sich Gedanken über die Ursache der chemischen Bindung zu machen. Newtons Attraktionsgesetze des Makrokosmos wurden auf den Mikrokosmos angewendet (28).

Unter dem Einfluß neuer physikalischer Erkenntnisse auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre entwickelte sich die elektrochemische Theorie, die durch die Autorität von Berzelius über 20 Jahre lang als gültig betrachtet wurde (29).

Ausgehend von Beobachtungen bei der Zersetzung chemischer Verbindungen mit Hilfe des elektrischen Stromes war man zu der Überzeugung gekommen, daß eine enge Beziehung zwischen chemischen Eigenschaften und elektrischen Kräften bestehen müsse. Die elektrisch-chemische Theorie postulierte, daß in jedem Atom zwei entgegengesetzte elektrische Pole vorhanden seien, von denen der eine vorherrsche. Deshalb erscheine jedes Atom, auch jedes Element entweder elektropositiv oder elektronegativ. (Theorie der polaren Atome)

Diese Theorie wurde Basis der dualistischen Anschauungsweise nach der jeder zusammengesetzte Körper aus zwei entgegengesetzten Teilen besteht, einen elektropositiven und einen elektronegativen. Dieser Gegensatz wurde als die Voraussetzung für das Entstehen der Verbindungen betrachtet.

Im Jahre 1812 schrieb Berzelius:

"Zwei Körper, welche im Begriff sind, sich miteinander chemisch zu verbinden, entwickeln entgegengesetzte Electricitäten, welche anwachsen, indem der Augenblick der Vereinigung sich nähert, und sich, sobald er eintritt, in das Gleichgewicht setzen, und dabei nach Verschiedenheit der Intensitäten der chemischen Wirkung Wärme oder selbst lebhaftes Feuer erzeugen" (30).

und kam 1818 zu dem Schluß:

..."dass das, was wir chemische Affinität oder Verwandtschaft nennen, mit allen ihren Abänderungen, nichts anderes ist, als die Wirkung der elektrischen Polarität der kleinsten Körpertheilchen" (31).

Seit 1817 dehnte Berzelius allmählich die dualistische Theorie auf bestimmte organische Verbindungen aus. Das dualistische System, gefolgt aus der elektro-chemischen Theorie, führte zur Radikaltheorie, wobei zunächst die sogenannte ältere Radikaltheorie entstand.

b) Ältere Radikaltheorie.

Sie herrschte bis ca. 1840 vor und betrachtete die Verbindungen im streng dualistischen Sinn. Anfangs schien es unmöglich, die Ansichten, welche die theoretische Grundlage der anorganischen Chemie bildeten, auch auf die organische Chemie zu übertragen. Doch schon Lavoisier (32) hatte angenommen, daß organische Substanzen nach dem gleichen Prinzip gebaut seien wie anorganische, daß sich Sauerstoff mit einem Element zu einem anorganischen, mit einem zusammengesetzten Radikal zu einem organischen Körper verbinde.

Weiter hatte Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) (33) im Jahr 1811 bemerkt, daß eine Atomgruppe aus Kohlenstoff und Stickstoff bei verschiedenen Reaktionen unverändert blieb, als Einheit reagierte, und sie deshalb mit einem "komplizierten Atom" verglichen.

Daraus folgernd beschrieb Berzelius 1817 in seinem Lehrbuch den Unterschied zwischen organischen und anorganischen Körpern:

..."dass in der unorganischen Natur alle oxydierten Körper ein e i n f a c h e s Radikal haben, dagegen organische Substanzen aus Oxyden mit z u s a m m e n g e s e t z t e n Radikalen bestehen" (34).

Unter einem zusammengesetzten Radikal verstand er einen Atomkomplex, entstanden durch elektrochemische Gegensätze der Elemente, die ihn zusammensetzten, und der sich wie e i n Atom verhält, indem er aus einer Verbindung in eine andere übergehen kann ohne seine Zusammensetzung zu ändern, und als Ganzes unverändert an Reaktionen teilnimmt.

Ein besonderes Kennzeichen der älteren Radikaltheorie war, daß sie davon ausging, ein solches Radikal ließe sich auch unverändert isolieren und könne frei existieren. Berzelius machte viele - erfolglose - Experimente, die Radikale organischer

Säuren durch die Kraft des elektrischen Stromes vom Sauerstoff zu trennen.

Berzelius' Theorie blieb zunächst jahrelang wenig beachtet, bis man ihr nach der Entdeckung der Benzoylverbindungen durch Justus von Liebig (1803-1873) und Friedrich Wöhler (1800-1882) 1832 (35) größere Aufmerksamkeit schenkte.

Unter Berzelius' Autorität entwickelte sich der Begriff des Radikals nun zur Grundlage der Systematik. Radikale wie Cyan, Aethyl, Benzoyl, bildeten danach die Grundelemente der organischen Chemie, die als die Chemie der zusammengesetzten Radikale betrachtet wurde.

Aetherintheorie (Aethylentheorie)

Bis zur Untermauerung der Hypothese von Berzelius durch die Untersuchungen des Benzoylradikals tauchten verschiedene Ansichten über den Aufbau organischer Verbindungen auf. Gay-Lussac (36) hatte gefunden, daß die Dampfdichte des Alkohols gleich der Summe der Dampfdichten des ölbildenden Gases und des Wassers war, ferner, daß die Dampfdichte des Äthers gleich der Summe aus der doppelten Dampfdichte des ölbildenden Gases und der einfachen Dampfdichte des Wassers war.

Er schloß daraus: Alkohol ist eine Verbindung von

1 Volum ölbildendem Gas mit 1 Volum Wasser,

Äther ist eine Verbindung von

2 Volum ölbildendem Gas mit 1 Volum Wasser.

Die Ergebnisse Gay-Lussacs fanden 1828 ihren Niederschlag in der sogenannten Aetherintheorie von Jean Baptiste Dumas (1800-1884) (37), die zwar nie auf eine große Zahl von Verbindungen ausgedehnt wurde, aber als erster Versuch gilt, eine Reihe von Körpern durch ein gemeinsames theoretisches Band miteinander in Beziehung zu bringen. Sie ist deshalb für die Chemiegeschichte von Interesse. Gemeinsamer Bestandteil der vom

Alkohol sich ableitenden Körper war

Aetherin (Ölbildendes Gas): $C_4H_4 = Ae$ (unter Verwendung der
Atomgewichte $C=6, O=8$)

Die chemische Formel wurde nun so gebildet, als sei das zusammengesetzte Radikal ein Element der organischen Chemie.

Äther : $2 Ae + 2 HO$

Alkohol : $Ae + 2 HO$

Chloräthyl : $Ae + HCl$ etc.

Das Benzoylradikal

Die Entdeckung der Benzoylverbindungen 1832 bezeichnete Berzelius (38) als den Anbruch eines neuen Tages in der organischen Chemie. Sie bestätigte seine schon 16 Jahre vorher ausgesprochene Vermutung, daß in den organischen Verbindungen zusammengesetzte Radikale enthalten seien, welche darin eine ähnliche Rolle spielten wie die einfachen Radikale oder Elemente der anorganischen Chemie.

Liebig und Wöhler hatten gefunden, daß Bittermandelöl und Benzoessäure ein gemeinsames Radikal, das Stammmradikal Benzoyl enthalten (39).

Benzoyl : $C_{14}H_5O_2 = Bz$ (unter Verwendung der
Atomgewichte $C=6, O=8$)

Bittermandelöl : $Bz + H_2$

Benzoessäure : $Bz + O_2$

Es gelang zwar nicht, das Benzoyl zu isolieren, aber es ergab sich eine Analogie zu den anorganischen Radikalen dadurch, daß sich diese Atomgruppe unverändert auf eine Reihe von Elementen wie Sauerstoff, Chlor, Brom, Schwefel usw. übertragen ließ.

Nach Berzelius konnten weder Schwefel noch Sauerstoff wegen ihres elektronegativen Charakters selbst Teil des Radikals sein.

Dem Benzoylradikal jedoch, obwohl er dies für unvereinbar mit dem dualistischen System gehalten hatte, gestand er zu, daß es Sauerstoff enthalte.

Später allerdings stellte er die Annahme sauerstoffhaltiger Radikale wieder in Frage (40).

Die Radikaltheorie hatte in der organischen Chemie jedenfalls festen Fuß gefaßt.

Das Aethylradikal

Neuere Betrachtungen über Äther und seine Derivate führten im Jahre 1834 zur Aufstellung der Hypothese vom Aethylradikal (41).

Liebig, der sich mit der experimentellen Untermauerung der Radikaltheorie beschäftigte, war überzeugt, daß sich das Aethylradikal C_4H_5 ($C=6$) frei darstellen lasse.

Das Aethyl sei der gemeinsame Bestandteil einer Reihe von Substanzen wie

Äther als Oxyd des Aethylradikals

Alkohol als Oxydhydrat des Aethylradikals

und einiger Ester.

Gegen diese Hypothese verteidigte Dumas die Aetherintheorie, die als gemeinsamen Bestandteil der Alkohole, Äther und einiger Ester das Aetherin ansah. Im Jahre 1837 bekannte er sich jedoch auch zur Theorie des Aethylradikals (42).

Eine weitere Festigung erfuhr die Radikaltheorie 1837 durch Untersuchungen Robert Wilhelm Bunsens (1811-1899) (43) mit dem

Kakodylradikal

Berzelius sah in den Forschungsergebnissen Bunsens eine Bestätigung seiner Theorie, daß organische Substanzen Verbindungen aus Radikalen mit einfachen elektronegativen Körpern seien.

Kakodyl $(C_2H_6As)_2$, 1848 von Kolbe (44) als "paariges Arsen-

radical" bezeichnet, hatte, indem es Halogenverbindungen einging, Metallcharakter. Es spielte in der organischen Natur dieselbe Rolle wie ein metallisches Element in der anorganischen Natur. Als greifbarer Beweis für die Annahme, daß organische Verbindungen Kombinationen von zusammengesetzten Radikalen mit einfachen elektronegativen Körpern sind, daß Radikale eine echte Existenz besitzen und frei vorkommen können, wurde die Isolierung des Kakodyls betrachtet. Kakodylchlorid ergab mit Zink in CO_2 - Atmosphäre das, was Bunsen als freies Radikal $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{As}_2$ ansah. Es entflammte sofort an der Luft.

"Die Entdeckung eines zusammengesetzten organischen Metalles, welches sich an der Luft entzündet und dem Kalium und Natrium ähnliche Verwandtschaften zeigt, verwischte bei den Anhängern der Radicaltheorie auch den letzten Zweifel an Berzelius' Lehre, dass die organische Welt ein Abbild der unorganischen sei und sich nur durch die Zusammengesetztheit der Theile unterscheide, welche in der todten Natur als Elementaratome erscheinen" (45).

c) Abkehr von der dualistischen Anschauung.

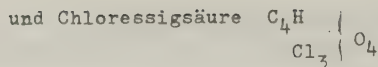
1834 machte Dumas (46) darauf aufmerksam, daß sich in wasserstoffhaltigen Verbindungen der Wasserstoff durch eine äquivalente Menge Chlor ersetzen läßt. Verschiedene Beobachtungen dieser Art wurden zu einer neuen Theorie ausgebaut, als Dumas (47) 1839 feststellte, daß Chlor den Wasserstoff in der Essigsäure ersetzen kann, ohne daß die Natur der Verbindung wesentlich verändert wird, und als es Louis Henri Melsens (1814-1886) (48) gelang, die entstandene Chloressigsäure wieder direkt in Essigsäure zurückzuverwandeln. Hier war in auffallenderer Weise als je zuvor der Fortbestand der charakteristischen Eigenschaften einer Substanz beim Ersatz von Wasserstoff durch Chlor beobachtet worden. Dies stand im krassen Widerspruch zur dualistischen Theorie nach der ein elektropositiver Körper unmöglich gegen einen elektronegativen Körper ausgetauscht werden konnte und zur Vorstellung über die Unveränderlichkeit der Zusammensetzung eines Radikals.

Nach Dumas können in einer organischen Verbindung die einzelnen Elemente, Atom für Atom, durch andere vertreten werden, gleichgültig welchen elektrochemischen Charakter sie besitzen, ohne daß dadurch in der molekularen Gruppierung der Atome eine wesentliche Veränderung hervorgerufen werde.

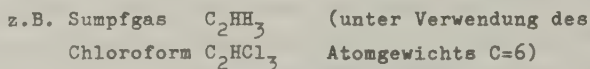
Diese Theorie wurde Substitutionstheorie genannt.

Während die Anhänger der Elektrochemie annahmen, die Natur der elementaren Teilchen bestimme die Haupteigenschaft der Körper, erklärten die Anhänger der Substitutionstheorie, daß die Eigenschaften einer Verbindung vorzugsweise durch die Lagerung der Teilchen und weit weniger durch deren Natur bedingt seien. Man unterschied sogenannte chemische Typen von sogenannten mechanischen Typen.

So zählten z.B. Essigsäure $C_4H_4O_4$ (unter Verwendung der Atomgewichte $C=6$, $O=8$)



zum selben chemischen Typ $\text{A}_4\text{B}_4\text{C}_4$, der durch Substitution nicht verändert wird. Die chemischen Typen umfaßten alle diejenigen Körper, die eine gleiche Anzahl von Atomen auf dieselbe Weise verbunden enthielten und ähnliche Grundeigenschaften besaßen. Zu den mechanischen Typen zählten Körper mit ähnlichem Aufbau und gleicher Anzahl von Atomen bei verschiedensten Eigenschaften:



Dumas' Typentheorie, die ältere Typentheorie, besagte also, daß in der organischen Chemie bestimmte Gruppierungen existieren, die, auch oft in ihren Haupteigenschaften, erhalten bleiben, wenn einzelne Elemente des Typs durch andere substituiert werden. Auch Liebig, der bereits früher davor gewarnt hatte, die Vorstellungen der anorganischen Chemie allzu rasch auf die organischen Verbindungen zu übertragen, verließ 1839 die Anschauungen der elektrochemischen Theorie:

Die Analogie zwischen organischen und anorganischen Verbindungen war

"Leitstern in einem Labyrinth, in dem sich Niemand zurecht zu finden wußte...

Bis zu einem bestimmten Punkte folgen wir also den Prinzipien der unorganischen Chemie, aber über den Punkt hinaus, wo sie uns verlassen, wo sie, anstatt Verwicklungen zu lösen, Verwicklungen schaffen, über diesen Punkt hinaus bedürfen wir neuer Prinzipien" (49).

Schon 1835 hatte er geschrieben:

"Die Zeit ist hoffentlich nicht mehr fern, wo man in der organischen Chemie die Idee von unveränderlichen Radicalen aufgeben wird" (50).

Liebig hielt Dumas' Erklärung für die Erscheinung, daß sich Elemente gegenseitig vertreten können, die sich unähnlich sind, wie Chlor und Wasserstoff, im Gegensatz zu Berzelius' Ansicht für den "Schlüssel zu den meisten Erscheinungen in der organischen Chemie" (51).

Charles Gerhardt (1816-1856) erweiterte die Substitutions- oder ältere Typentheorie durch seine "Theorie der Reste". Er schrieb 1839, so Kekulé's Lehrbuch:

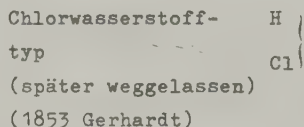
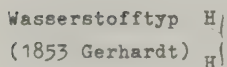
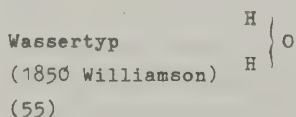
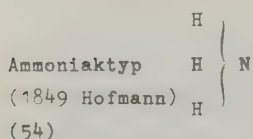
"...wenn eine s.g. Vertretung eines einfachen Körpers durch einen zusammengesetzten stattfindet, so ist dies nicht einfache directe Substitution, die Reaction erfolgt vielmehr in der Weise, dass ein Element (z.B. H) des einen Körpers sich mit einem Element (z.B. O) des andern verbindet, dass das entstandene Product (z.B. $\dot{\text{H}}\text{O}$) austritt, während die von beiden Körpern übrig bleibenden Elemente (Reste) in Verbindung treten" (52).

Das Neue dieser Anschauung lag darin, daß die "Reste" weder in den Ausgangssubstanzen noch im Reaktionsprodukt als vorgebildet angesehen wurden.

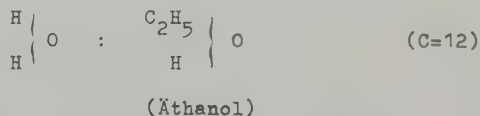
Der Begriff der Reste verdrängte den der Radikale der älteren Typentheorie und führte zu einem neuen Radikalbegriff. Das "Radical" wurde zu einer veränderlichen, substitutionsfähigen Atomgruppierung. Die Radikale wurden in die Typen einbezogen, was zu einer Verschmelzung beider Theorien führte.

2. Charles Gerhardts Typentheorie

Die chemische Typentheorie entwickelte sich ab 1848 aus Arbeiten von Charles Adolphe Wurtz (1817-1884), August Wilhelm Hofmann (1818-1892), Alexander Williamson (1824-1904) und Charles Gerhardt (1816-1856). Klar formuliert wurde die Typentheorie von Charles Gerhardt. Er versuchte, alle organischen Verbindungen auf vier einfache anorganische Verbindungen, die Typen, zurückzuführen (53):



Die Substitution der Wasserstoffatome durch unverändert übertragene Atomgruppen, die Radikale oder Reste, führte zu den abgeleiteten Verbindungen: Alkohole, Äther, Basen u.s.w. Nicht mehr das Aethylradikal war also die Gemeinsamkeit aller Alkohole und Äther sondern der Typ Wasser:



Gerhardts Typentheorie war ein Versuch, die organische Chemie formal nach Bauplänen zu ordnen. Er glaubte nicht an die Möglichkeit, durch Formeln die wirkliche Anordnung der Atome im

Molekül wiedergeben zu können. Seine "Grundtypen" sollten Vorbilder zahlreicher anderer Verbindungen sein, nur Analogien aufzeigen und die "Bildungs- oder Zersetzungsweise" (56) verdeutlichen. Für den Aufbau der Radikale interessierte man sich weniger.

3. Die Entwicklung zur Strukturchemie bereitet sich vor.

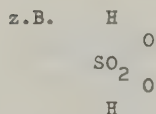
a) Entstehung des Wertigkeitsbegriffes.

1851 hatte Williamson in seiner Abhandlung "On the constitution of salts" (57) gemeint, daß in der anorganischen Chemie und für die bekanntesten Verbindungen der organischen Chemie ein einziger Typ genügen werde, der des Wassers:



Äther, Alkohole und organische Säuren sollten auf diesen Typ zurückgeführt werden können.

Zweibasische Säuren wurden formal durch Kombination von 2 Molekülen Wasser gebildet, indem aus jedem Molekül 1 Atom Wasserstoff durch ein gemeinsames, verbindendes Radikal wie CO oder SO_2 ersetzt wurde:



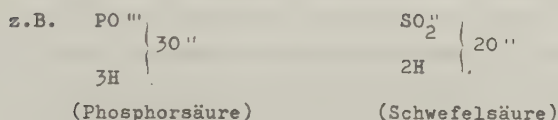
(Schwefelsäure)

1 "Atom SO_2 " (es wurde noch nicht zwischen Atom und Molekül unterschieden) war also äquivalent 2 Atomen Wasserstoff. Damit hatte Williamson das Augenmerk auf die verschiedenen "Ersetzungswerte" gelenkt.

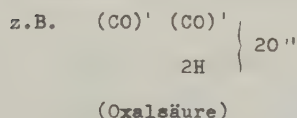
1852 zeigte Edward Frankland (1825-1899) im Zusammenhang mit seinen Untersuchungen über metallorganische Verbindungen, daß Atome eine charakteristische Wertigkeit besitzen und somit andere Atome oder Atomgruppen nur bis zur Sättigung dieser Wertigkeit zu binden vermögen (58).

William Odling (1829-1921) (59) zog eine ganz klare Trennung zwischen Atom und Äquivalent und verdeutlichte den "Ersetzungs- Vertretungs- oder Substitutionswert" eines Atoms im Vergleich

mit einem Atom Wasserstoff durch rechts oben am Elementsymbol zu schreibende Striche:



Entsprechend stellte er auch die Wertigkeit einer Atomgruppe dar:



Dies war eine Weiterentwicklung der Gerhardt'schen Betrachtungsweise.

Kekulé baute die Ideen von Williamson, Frankland und Odling weiter aus und betonte im Sinne Williamsons:

"Es ist eben nicht nur Unterschied in der Schreibweise, vielmehr wirkliche Thatsache, daß 1 Atom Wasser (Anm.: er machte keinen Unterschied zwischen Atom und Molekül) 2 Atome Wasserstoff und nur 1 Atom Sauerstoff enthält; und daß die E i n e m untheilbaren Atom Sauerstoff äquivalente Menge Chlor durch 2 theilbar ist, während der Schwefel wie der Sauerstoff selbst, z w e i b a s i s c h ist, so daß 1 Atom äquivalent ist 2 Atomen Chlor" (60).

1857 entwickelte Kekulé in seiner Schrift: "Ueber die s.g. gepaarten Verbindungen und die Theorie der mehratomigen Radicale" die Valenztheorie:

"Die Zahl der mit einem Atom eines Elementes, oder wenn man bei zusammengesetzteren Körpern die Betrachtung nicht bis auf die Elemente selbst zurückführen will, eines Radicales, verbundenen Atome anderer Elemente (oder Radicale) ist abhängig von der Basicität oder Verwandtschafts-

größe der Bestandtheile" (61).

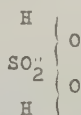
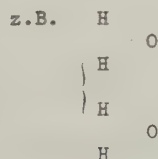
Er unterschied einbasische oder einatomige Elemente, z.B. H, Cl,
zweibasische oder zweiatomige Elemente, z.B. O, S,
dreibasische oder dreiatomige Elemente, z.B. N, P.

"Eine Vereinigung von mehreren Moleculen der Typen kann nur dann stattfinden, wenn durch Eintritt eines mehratomigen Radicals an die Stelle von 2 oder 3 Atomen H eine Ursache des Zusammenhaltes stattfindet" (61).

Ein einatomiges Radikal konnte also nie 2 Moleküle der Typen zusammenhalten. Nur ein zweiatomiges Radikal vermochte dies. Das waren die Grundzüge der Basizitätstheorie, später Wertigkeits- oder Valenztheorie genannt.

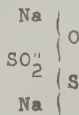
b) Weiterentwicklung der Typentheorie.

Durch Kombination mehrerer Moleküle der Typen, die entweder gleichartig oder verschieden sein konnten, entstanden die multiplen und die gemischten Typen. Kekulé machte für viele Verbindungen von ihnen Gebrauch:



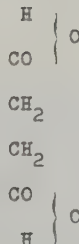
Schema: multipler Typ

Schwefelsäure



Schema: gemischter Typ

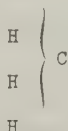
Natriumthiosulfat

Kombination von 2 mal Wasser-
typ und 2 mal Wasserstofftyp

Bernsteinsäure

Solange nicht die von ihnen abgeleiteten Formeln daneben standen, waren die Schemen nichtssagend.

Seit 1857 übernahm Kekulé auch einen organischen Typus, den Typ Methan, H



den Odling bereits 1855 (62) zusätzlich zu Gerhardts kohlenstoff-freien anorganischen Typen eingeführt hatte.

Mit diesen Erweiterungen und der Aufstellung neuer Typen verlor die klassische Typentheorie jedoch immer mehr ihren ursprünglichen Charakter.

Die Substitution einzelner Wasserstoffatome eines Typus durch Radikale erlaubte es, sämtliche Verbindungen von den wenigen Typen abzuleiten. Man gelangte so zu einem besseren Verständnis der organischen Chemie und zu einer allgemeinen Übersichtlichkeit. Die Beliebtheit, Bedeutung und Verbreitung der Typentheorie zeigt sich auch darin, daß Kekulé den 3. Band seines Lehrbuches 1882 noch unter Verwendung von Typenformeln schrieb. Die Popularität der sogenannten "typischen Schreibweise" kommt auch in einem Brief Lothar Meyers (1836-1895) an Hermann Kolbe zum Ausdruck:

"... Berzelius über organische Chemie zu lesen, war rein unmöglich. Lieber hätten wir den Minotaurus im Labyrinth aufgesucht. Da kam Gerhardt mit seinen Schablonen in die alles hineinpasste, z.T. freilich etwas zusammenghackt, aber es ging hinein. Die organische Chemie wurde wieder übersichtlich..... Für mehr als bequeme, didaktisch brauchbare Schablonen habe ich die Typen nie gehalten. Aber das waren sie, und darin liegt, meiner Ansicht nach, der colossale Erfolg Gerhardts begründet, der fast alle

jungen Chemiker in sein Lager zog. Es haben ihrer sicher viele, wie ich es machte, Ihre Abhandlungen z.B. nur so gelesen, dass sie jede Formel in den betreffenden Typus umschrieben, um sie besser zu verstehen u. zu merken" (63).

c) Schwächen der Typentheorie und Erlenmeyers Abkehr.

In Lothar Meyers Brief (64) zeigt sich aber gleichzeitig eine Kritik an der "typischen Formelschreibweise". Die Typen waren bloß Schablonen und zwar Schablonen mit mangelnder Eindeutigkeit, da jede organische Verbindung innerhalb jedes beliebigen Typus untergebracht werden konnte, je nachdem man sie in Bezug auf dieses oder jenes Verhalten betrachtete und in ihr dieses oder jenes Radikal annahm. Emil Erlenmeyer erkannte diese Schwäche der Typentheorie und beschrieb sie im 1. Band seines Lehrbuchs der organischen Chemie von 1867 folgendermaßen (65):

Nach der "typischen Bezeichnung" Gerharbts, ausgehend von den kohlenstofffreien Grundtypen, entstehen Methylverbindungen so, daß an die Stelle einzelner Wasserstoffatome des "typischen Moleküls" das Radikal Methyl tritt.

z.B. Methan	$\text{CH}_3 \text{ H}$	vom Typus	H H
Methylalkohol	$\text{CH}_3 \text{ O}$ H	vom Typus	$\text{H } \left\{ \text{O} \right.$ H
Methylamin	$\text{CH}_3 \text{ N}$ H	vom Typus	$\text{H } \left\{ \text{N} \right.$ H

Die Gruppe CH_3 wird Radikal genannt, der vom Typus noch vorhandene Rest heißt "typischer Teil".

Erlenmeyer stellte nun fest, daß man ebensogut vom Typus Methan ausgehen und sich in diesem je 1 Atom Wasserstoff durch Radikale, wie z.B. NH_2 vertreten denken könne:

Methylamin	H	vom Typus	H
	H		H
	H		H
	H_2N		H

Nun war die Gruppe NH_2 Radikal und CH_3 war "typischer Teil". Erlenmeyer faßte also zusammen:

"Aus dem Umstand, dass man die eine Betrachtungsweise in die andere umkehren kann, ergibt sich schon, dass wir alle Verbindungen ebenso wohl als Zusammensetzungen von typischen Theilen wie als Zusammensetzungen von Radicalen bezeichnen können. In andere Worte übersetzt heisst das, die verschiedenen Ausdrücke: Typischer Theil und Radical sind Synonyme für denselben Begriff, und es ist nur eine Frage des Geschmacks, ob man den einen oder den anderen Ausdruck vorzieht" (66).

Die Gründe seiner Abkehr von der Typentheorie stellte Erlenmeyer in seinen berühmt gewordenen Anmerkungen zu seiner "Akademie-rede" von 1871 erneut klar heraus:

"Die ... typischen Betrachtungsweisen trugen aber den Mangel an sich, dass sie die chemischen Verbindungen wesentlich nur von einer Seite anschauten und sich jede Verbindung auf dem Fundament des oder der Typen errichtet dachten. Die typischen Theile wurden so zu sagen als Stamm, die Radicale als Aeste und Zweige betrachtet, während doch die typischen Theile eben so gut Radicale sind, wie die Radicale als typische Theile aufgefasst werden können" (67).

Anschließend bezog sich Erlenmeyer in einem Hinweis noch einmal ausdrücklich auf den 1. Band seines Lehrbuchs der organischen Chemie, wo er bereits 1867 dieselben Ansichten vertreten hatte (68):

"Wenn man mit Gerhardt den Rest einer Verbindung, welcher bei einer Reaction unangegriffen geblieben ist, als Radical bezeichnet, dann sind auch die typischen Theile, als solche Reste, Radicale. In dieser Meinung habe ich im Jahre

1861 angefangen, die chemischen Verbindungen als Vereinigungen von Radicalen zu betrachten, indem ich die Werthigkeit (vgl. Zeitschr. für Chemie 1860. 540) (69) der letzteren aus der Werthigkeit und der Zusammenfügungsweise ihrer Elementarbestandtheile ableitete (vgl. Zeitschr. für Chemie 1861. 362 und 363; 606; 660 etc.) (70). Ich habe so mit der typischen Betrachtungsweise gebrochen und aufgehört, die Verbindungen einseitig zu betrachten" (71).

Die mangelnde Eindeutigkeit war sicher eine berechtigte Kritik an der "typischen Betrachtungsweise". Die Kritik traf aber nicht Gerhardt, denn seine ursprünglichen "typischen Anschauungen" von 1853 hatten einen Wandel erfahren.

Nachdem die ursprüngliche Definition der "Typen" verlassen worden war, wurden nun Kekulé's Erkenntnisse von der Auflösung des Radikals, deren Richtigkeit Erlenmeyer erkannte und mit Nachdruck vertrat, richtungsweisend für die moderne Chemie. Erlenmeyer folgerte,

"... dass wir eine jede Verbindung auf so viele Typen beziehen resp. von so vielen Typen ableiten müssen, als Moleküle an ihrer Bildung Theil genommen haben... Begreiflicherwise werden wir bei consequenter Durchführung dieser Betrachtungsweise schliesslich bis auf die Elementarmoleküle zurückgehen müssen, so dass in letzter Linie alle Verbindungen auf so viele Typen zu beziehen wären, als sie Atome enthalten. Ein jedes Atom würde dann einen typischen Theil repräsentiren. Eine solche typische Betrachtungsweise würde mit der Auffassung der relativen Constitution, wie ich dieselbe verstehe, zusammenfallen" (72).

Dieses Vordringen ins Innerste des Moleküls war die Überwindung der "typischen Betrachtungsweise" und der Beginn der Struktur-

chemie.

Erlenmeyer betonte immer wieder, daß die neuere Theorie

"nur als eine auf natürlicher Entwicklung beruhende notwendige Erweiterung und Ausbildung der älteren Theorien angesehen werden kann" (73).

Er formulierte vorsichtig. Er wollte sich von den vertrauten Begriffen noch nicht trennen:

"Die in diesem Lehrbuch eingeführte relative Constitutionsbetrachtungsweise kann als eine bis zu ihren letzten Konsequenzen entwickelte typische Betrachtungsweise aufgefasst werden" (74).

Und doch stand hinter dieser Idee mehr als nur die Auflösung der Formel bis hin zu den Elementen. Erlenmeyer sprach von Constitution. Für Gerhardt war der "Typ" eine Vergleichseinheit für Körper, die ähnliche Reaktionen ausführen können oder Produkte ähnlicher Reaktionen sind. Er erwog gar nicht die Möglichkeit, durch bildhafte Formeln die Anordnung der Atome im Molekül wiedergeben zu können. Genau das vermutete aber die neue Betrachtungsweise.

Es fand also kein sofortiger Bruch mit den "typischen Anschauungen" statt und die Auseinandersetzungen der Chemiker über die neue Theorie, die Strukturtheorie, mit der alten, der Typentheorie dauerte noch viele Jahre fort.

Erlenmeyers Verdienst ist es, unbeirrt durch viele gegnerische Ansichten, seine theoretischen Überlegungen durchgesetzt zu haben. Er kämpfte für den Durchbruch der Strukturchemie, die bis heute ihre Gültigkeit nicht verloren hat, und die die Voraussetzung für die Entwicklung der Stereochemie Joseph Achille Le Bels (1847-1930) und Jacobus Henricus van't Hoffs (1852-1911) war.

Die Typentheorie aber hatte die Aufmerksamkeit auf den verschiedenen Substitutionswert der einzelnen Elemente und Radikale

gelenkt und somit die Voraussetzung für die Strukturchemie geschaffen. 1869 würdigte Lothar Meyer rückblickend die Bedeutung der Typentheorie:

"Die typische Auffassung und Classification der Verbindungen war der seines eigenen Wesens unbewußte Anfang unserer jetzigen Theorie der Atomverkettung. Erst mit der klaren Erkenntnis der auf der Sättigungskapazität der Atome beruhenden kettenförmigen Vereinigungsart derselben trat die eigentliche Bedeutung der typischen Schreibweise ans Licht; aber mit dieser Erkenntnis war ihre Mission erfüllt, sie gehört der Vergangenheit an, wenn auch ihre Zeichen und Schemata sich noch längere Zeit in Gebrauch erhalten haben" (75).

Auf dem Gebiet der organischen Chemie förderte Erlenmeyer mit Nachdruck den Ausbau der Theorie. In der "Zeitschrift für Chemie" standen, solange Erlenmeyer Herausgeber war, theoretische Betrachtungen im Vordergrund. So forderte er Butlerow, der Professor in Kasan war, im Jahre 1862 auf:

"Jedenfalls erwarte ich weitere Beiträge für mein Journal, die mir immer sehr willkommen sind, damit ich nicht der einzige sei, der eine Theorie macht" (76).

In demselben Brief brachte Erlenmeyer zum Ausdruck, wie sehr ihm die theoretische Betrachtung am Herzen lag:

"Auf Thatsachen bin ich nicht geizig, aber auf theoretische Ansichten und besonders wenn ich sie selbständig, quasi als Gegensatz zu den herrschenden in mir entwickelt habe" (77).

So weitete er auch die Buchrezension "Ueber das Studium der Chemie" von Otto Linné Erdmann (1804-1869), Kapitel IX. "Die Theorie", zu einer vierzehnsseitigen Verteidigung der chemischen Theorie aus. Es liest sich wie eine Rechtfertigung für diese

Ausführlichkeit, wenn Erlenmeyer schrieb:

"Trotz unseres aufrichtigen Bestrebens nur das Nothwendigste zu sagen, hat diese Verteidigung der Theorie und speciell der sogenannten neueren Theorie eine unerwartete Ausdehnung bekommen. Unsere Leser werden dieselbe entschuldigen, wenn sie die Schärfe des Angriffs in Rücksicht ziehen" (78).

Erdmann hatte 1861 in seiner Schrift die sogenannte neuere Theorie als "übermüthige Speculation", die "Hypothesen auf Hypothesen" baut, bezeichnet. Diese mißbilligenden Worte mußten Erlenmeyer empören und er ergriff die Gelegenheit, in seiner Erwiderung als Vorkämpfer der neuen Theorien aufzutreten. Die Theorie war für Erlenmeyer das Fundament der Wissenschaft. Durch die Theorie erhalten die "gewonnenen Kenntnisse eigentlich erst das wissenschaftliche Gepräge" und das

"Streben, die aufgestellte Theorie zu immer grösserer Vollkommenheit zu entwickeln und der Wahrheit immer näher zu führen, ist die einzige oder fast einzige Triebfeder zu wissenschaftlichen Forschungen" (79).

"Ohne klare Einsicht in ihre Theorie ist es nicht möglich, eine Wissenschaft zu studiren" (80).

Erlenmeyers Aufgeschlossenheit, sein Bestreben, tiefere Einsichten zu gewinnen, haben ihren Grund in seiner Überzeugung, daß alle Wissenschaften noch in der Entwicklung begriffen seien. Eine strenge Autoritätsgläubigkeit kannte er nicht. Seine Überzeugung war:

"dass man von jeder Wissenschaft verlangen muss, dass sie eine Theorie besitzt, an deren Entwicklung unaufhörlich gearbeitet werden sollte" (81).

4. Strukturtheorie

a) Erstmalige Definition des Begriffes.

"Von der Annahme ausgehend, dass einem jeden chemischen Atome nur eine bestimmte und beschränkte Menge der chemischen Kraft (Affinität), mit welcher es an der Bildung eines Körpers Theil nimmt, innewohnt, möchte ich diesen chemischen Zusammenhang, oder die Art und Weise der gegenseitigen Bindung der Atome in einem zusammengesetzten Körper, mit dem Namen der *c h e m i s c h e n S r u c t u r* bezeichnen ... die chemische Natur eines zusammengesetzten Molecüls wird durch die Natur und die Quantität seiner elementaren Bestandtheile und durch seine chemische Structur bedingt" (82).

"... Wenn man über die Constitution dieser Körper sprechen will, so sieht man sich also einigermaßen genöthigt, nicht nur ihren Typus und die Atomigkeit der sie constituirenden Elemente, sondern auch die Art und Weise, nach welcher die letzteren chemisch zusammenhängen, - die chemische Structur, in Betracht zu ziehen" (83).

Hier tauchte in Butlerows Vortrag auf der Naturforscherversammlung am 19. September 1861 zum ersten Mal die präzise Definition des Begriffes Structur für den Bau eines Moleküls auf (84). Verwendet hatte Butlerow diesen Begriff bereits 1858 in einem Vortrag vor der Pariser Chemischen Gesellschaft (85), außerdem mehrmals in seinen Betrachtungen, z.B. "Ueber A. S. Coupers neue chemische Theorie":

"Obgleich die typischen Formeln der doppelten Zersetzung nicht die innere Constitution der Körper auszudrücken vermögen, so ist damit doch nicht gesagt, dass diese Constitution niemals bekannt werden könne, und ich glaube,

Gerhardt selbst, indem er die Bezeichnung der Molecular-structur mit den jetzigen chemischen Formeln für unmöglich erklärte, dachte nicht, dass die Erkennung dieser Structur für immer unmöglich sei" (86).

Butlerow hielt es für an der Zeit

"die Idee der Atomigkeit und der chemischen Structur in allen Fällen und ganz frei von der typischen Anschauung, als Grundlage für die Betrachtung der chemischen Constitution anzuwenden..." und hielt dieselbe für ein "Mittel, der jetzigen unbehaglichen Lage in der Chemie abzuhelpen" (87).

Das grundlegend Neue an dieser Auffassung war, daß die Zusammenhänge zwischen der Verknüpfungsweise der einzelnen Atome in einer organischen Verbindung und den chemischen Eigenschaften dieser Verbindung erkannt wurden. Die chemischen Moleküle sollten auch im Ruhezustand studiert werden. Gerhardt hingegen hatte die organische Chemie von einer ganz anderen Warte aus betrachtet. Er hatte die Aufgabe der Chemiker darin gesehen, die Stoffe in "ihrer Vergangenheit und Zukunft" zu erforschen, da erst bei der Veränderung eines Stoffes chemische Erscheinungen auftreten. Auch Kekulé vertrat 1861 in seinem Lehrbuch noch diesen Standpunkt:

"Dass man aber durch das Studium der Metamorphosen die Lagerung der Atome in der bestehenden Verbindung nicht ermitteln kann, ist ebenfalls klar, weil die Art, wie die Atome aus der sich verändernden und in Zerstörung befindenden Substanz austreten, unmöglich dafür beweisen kann, wie sie in der bestehenden und unverändert bleibenden Verbindung gelagert sind..." (88).

Dies hielt Kekulé nur durch das Studium der physikalischen Eigenschaften für möglich.

Solche Äußerungen zeigen den Zwiespalt der damaligen Auffassungen und standen der Entwicklung der Strukturchemie hindernd im Wege. Erlenmeyer jedoch hatte Butlerows Beitrag in seiner Bedeutung richtig erkannt, und es kommt ihm das große Verdienst zu, als einer der wenigen, die überhaupt den Theorien der Chemie gegenüber aufgeschlossen waren, für die damals neuen Ideen gekämpft zu haben wie kein zweiter zu seiner Zeit.

Die Vorstellung, den Aufbau eines organischen Körpers aus seinen kleinsten Bestandteilen, die nie ein Auge gesehen hatte, zu erforschen, zu beschreiben und sogar in graphischen Formeln auszudrücken war verwegen. Sie stieß denn auch auf hartnäckigen Widerstand bei vielen Chemikern der damaligen Zeit. So verdamnte Hermann Kolbe in dem von ihm redigierten "Journal für praktische Chemie" die Strukturchemie als "wertlose Spielerei" und als "extravagante Lehre von der Bindung und Verkettung der Atome" (89) und sprach warnend:

"Hüten wir uns zu glauben, wir könnten wissen, wie die Atome aneinander hängen oder aneinander gelagert sind" (89).

Emil Erlenmeyer aber hatte die Richtigkeit der strukturchemischen Gedanken erkannt und war überzeugt, daß nur auf diesem Wege der Schlüssel zum Verständnis der organischen Verbindungen zu finden sei. Er verlieh seiner Überzeugung durch zahlreiche Aufsätze in der von ihm herausgegebenen "Zeitschrift für Chemie" Ausdruck, er diskutierte und kritisierte viele Abhandlungen seiner Fachkollegen. Das notwendige Instrument zur Durchsetzung seiner Ideen schuf er mit seinem berühmten Lehrbuch, das die erste chemische Publikation in Buchform war, die im Jahre 1867 vollständig in der heute noch üblichen Formelschreibweise verfaßt wurde. Dieses moderne Werk darf mit Fug und Recht als eine Pioniertat für die weitere Entwicklung der organischen Chemie angesehen werden. Indem sich Erlenmeyer bemühte, mit seinen Schülern eine neue Chemikergeneration von Anfang an mit der modernen Denkweise vertraut zu machen, verhalf er der Strukturchemie erst richtig, festen Fuß zu fassen.

b) Erlenmeyers Lehrbuch der organischen Chemie.

Schlägt man dieses Lehrbuch auf, hat man, ganz im Gegensatz zu anderen Chemielehrbüchern aus damaliger Zeit, nicht den Eindruck, ein fast 120 Jahre altes Chemiebuch zu betrachten. Nirgends taucht mehr eine Typenformel mit großer geschweiffter Klammer auf. Erlenmeyer entwickelte in seinem Lehrbuch die neuen, damals sehr umstrittenen Vorstellungen und verwendete als Ausdruck seiner Anschauungen eine Schreibweise, die in dieser Zeit zum ersten Mal auftauchte.

Dem hinter dieser Schreibweise stehenden Gedanken einer modernen Strukturchemie verhalf er damit zum Sieg und gleichzeitig der Schreibweise zum Durchbruch.

Erlenmeyers Schreibweise zeigte sich allen weiteren neu hinzukommenden Erkenntnissen der Chemie gewachsen und behielt dadurch ihre Aktualität und Gültigkeit. Wir verwenden sie auch heute noch. Den Gedanken, dieses Lehrbuch zu schreiben, hatte Erlenmeyer bereits 1862 gefaßt. Dies geht aus einem Brief vom 19. Juli 1862 hervor, den er aus Heidelberg an Justus v. Liebig schrieb:

"Wegen des Planes und Systems, nach welchem ich das Buch bearbeiten möchte, hätte ich mir schon gern Ihren gütigen Rath erbeten, aber es war mir in diesem Semester ganz unmöglich, an die Arbeit zu kommen" (90).

Im Jahr 1865 war der Plan bereits in ein konkretes Stadium getreten. Erlenmeyer schrieb wiederum an Liebig:

"Wie Ihnen mein Freund Clemm schon mittheilte, habe ich mit der Winter'schen Verlagshandlung einen neuen Vertrag abgeschlossen, nach welchem ich ein Lehrbuch der organischen Chemie nur unter meinem Namen herausgebe. Wenn ich Sie nicht zu sehr damit belästige, bin ich so frei, Ihnen vor Beginn des Drucks die Disposition mitzutheilen und Sie um Ihre Kritik zu bitten" (91).

Die erste Lieferung erschien dann im Jahre 1867 bei C. F. Winter in Leipzig. Die zweite Lieferung folgte ein Jahr später (92). Am 9. Mai 1868 konnte Erlenmeyer mit gewissem Stolz an seinen Lehrer Liebig schreiben:

"Beifolgend habe ich die Ehre, Ihnen die zweite Lieferung meines Buches zu überreichen" (93).

Ob das Werk Liebig überzeugen konnte ist sehr fraglich, denn Liebig hielt hartnäckig an den älteren chemischen Theorien fest. Kekulé gegenüber äußerte sich Erlenmeyer zu seinem Lehrbuch am 29. August 1867:

"Lieber Kekulé!

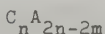
Wie mir Landolt neulich sagte, - er war auf seiner Durchreise in die Schweiz einen halben Tag hier - haben Sie die erste Lieferung meines Lehrbuchs schon gesehen. Ich habe meinem Verleger den Auftrag gegeben, dass er Ihnen ein Exemplar per Post schickt. Davon bin ich überzeugt, dass Ihnen vieles darin, vielleicht das Ganze nicht gefällt. Man kann aber nicht Allen gerecht werden. Ich habe das Buch gerade so angelegt, weil ich durch meine Vorlesung die Erfahrung gemacht habe, dass man die Anfänger in dieser Weise am leichtesten in die organische Chemie einführt. Das Lehrbuch soll den Umfang von dem Gorup'schen ungefähr bekommen, also ein kleines Lehrb. bleiben. Sie können danach wohl berechnen, dass ich nicht alle Verbindungen so ausführlich behandeln kann, wie die Monocarbonide. Doch mündlich mehr davon" (94). (Gemeint war das Lehrbuch des Freiherrn Gorup von Besanez, der Professor in Erlangen war.)

Erlenmeyer verfaßte sein Lehrbuch ohne weiter Begründung in der neuen Form, so als sei es für ihn keine Frage, die der Erörterung bedürfe.

Nach einer breit angelegten Einleitung, in der er die Begriffe

Äquivalent, Atom, Molekül und Volumen erklärte, leitete er die stöchiometrischen Gesetze ab und präzisierete deren Grundlage, die Atomtheorie (95). Er ließ eine allgemeine Darstellung seiner Auffassung von der Konstitution organischer Verbindungen folgen. Diese Verbindungen handelte er auf Grund ihrer Konstitution nach zunehmendem Kohlenstoffgehalt ab und ordnete sie, indem er sie von den einfach zusammengesetzten Körpern zu den komplizierteren aufsteigen ließ, ohne einer Gruppierung oder einem bestimmten Kohlenstoffatom den Vorzug zu geben. Er machte somit konsequent die damals neue Lehre von der Valenz und der Atomverkettung zur Grundlage der Systematik der Kohlenstoffverbindungen. Die Besonderheit dieses Aufbaues wird deutlich wenn man Kolbes "Kurzes Lehrbuch der organischen Chemie" (96) betrachtet, in dem nicht die einfachsten, sondern die am besten erforschten Verbindungen zuerst abgehandelt werden. Erlenmeyer folgte beim Aufbau seines Lehrbuchs einer Überzeugung, die er schon vor 1862 (97) gewonnen hatte:

"Ich folge schon seit länger als zwei Jahren beim Unterricht in der organischen Chemie nicht mehr der üblichen typischen Betrachtungsweise. Ich handle die organischen Verbindungen nach zunehmendem Kohlenstoffgehalt ab, indem ich das Verbindungsgesetz des Kohlenstoffs



obenan stelle und für jede Anzahl von Kohlenstoffatomen $m = -1$ bis $m = n-1$ setze. Ich bekomme so z.B. für $n=6$ und $A=H$ zuerst C_6H_{14} , dann C_6H_{12} , C_6H_{10} , C_6H_8 , C_6H_6 , C_6H_4 , C_6H_2 " (98).

Dieser Klassifikation der Kohlenstoffverbindungen folgend untersuchte Erlenmeyer, welche dieser Verbindungen bereits bekannt waren, z.T. mit ausführlicher Beschreibung der Darstellungsmethode und Anwendungsweise. Er besprach die möglichen Isomeren,

die bereits existierenden und die noch darzustellenden und "welche relative Constitution man für diese und für jene annehmen kann." Die Vorzüge dieser Lehrmethode erkannte Erlenmeyer darin, daß

"sich nicht allein sehr rasch und sicher ein Überblick über die Thatsachen der organischen Chemie vermitteln" läßt, "weil die Analogien und genetischen Beziehungen klar heraustreten und den Zusammenhang sichtbar machen, sondern es treten auch, wie es mir scheint, deutlicher als nach einer anderen Methode die Lücken in unseren Kenntnissen (besonders auch über die Isomerien) sowie die Mangelhaftigkeit und Oberflächlichkeit vieler unserer Untersuchungen zu Tage. Der Zuhörer wird dadurch gleich von vornherein entwöhnt in verba magistri zu schwören und dazu veranlasst, auf die Originalabhandlungen zurückzugehen, überhaupt mit Kritik zu studiren und zu experimentiren" (99).

Die Bedeutung, die Erlenmeyer der wissenschaftlichen Kritik beimaß, wird auch hier sichtbar.

Große Skepsis über den neuartigen Aufbau des Lehrbuches ließ Georg Christoph Wittstein (1810-1887) bereits verlauten als er das Lehrbuch 1868 in seiner Zeitschrift ankündigte:

"Es ist fast selbstverständlich, dass der Verfasser eines neuen Lehrbuchs der Chemie in demselben auch seine Ansichten über die Tagesfragen des theoretischen und speculativen Theils dieser Wissenschaft niederlegt und zu begründen sucht. Daraus entwickelt sich dann ein System, welches, wenn nicht ganz eigenthümlich, doch in der Regel von andern bedeutend abweicht, und Diejenigen, welche sich bereits mit einem andern System vertraut gemacht haben, auf den ersten Blick befremdet, wenn nicht gar abstösst und sie von einem nähern Eindringen in dasselbe abhält" (100).

Auch in dem Brief Richard Meyers (1846-1926) vom 17. 11. 1882 an Erlenmeyer, in dem R. Meyer auf das Erscheinungsjahr von Erlenmeyers Lehrbuch zurückblickt, wird deutlich, daß es eine Pioniertat war, die heute selbstverständlichen, damals aber noch ungewöhnlichen und nicht ohne weiteres zu verstehenden Ansichten in einem für den Universitätsunterricht bestimmten Lehrbuch zu vertreten:

"Haben nicht jene zwei Lieferungen seines Buches, welches fortzuführen ich mir zur grössten Ehre und zum wahren Stolze anrechne, haben sie nicht gerade so wesentlich zur Klärung und auch zur Verbreitung von Ansichten geführt, welche heute in aller Munde sind? Freilich damals war es weniger leicht sie zu lesen als heute, waren sie doch nur von wenigen klar erfasst" (101).

Johannes Wislicenus (1835-1902), der in Zürich Erlenmeyers Lehrbuch für Unterrichtszwecke benutzte, schrieb am 22. 11. 1872 an Erlenmeyer:

"Auf die Fortsetzung Ihres Buches freue ich mich. Wenn ich auch glaube, dass man dem Anfänger die organische Chemie zuerst nach homologen Reihen geordnet vortragen muss, um ihm erst die auch bei Mineralverbindungen vorkommenden Umsetzungen gehörig einzupauken - natürlich nicht ohne Berücksichtigung auch der synthetischen Methoden - so ist doch der von Ihnen eingeschlagene Weg sicher der einzige für eine rationelle Entwicklung des Lehrstoffes und nur auf ihm lässt sich das ganze Gebiet zur wirklichen Einsicht des Studirenden gestalten. Ich habe daher in Zürich jahrelang, durch die beiden ersten Hefte Ihres Buches nach der Elementarvorlesung über organische Chemie stets noch eine zweite über "Bau der C-verbindungen" gehalten. Das will ich auch - freilich wohl bei weit geringerer Beteiligung von Seite der Studenten als in Zürich - in Zukunft hier

thun und bin froh, wenn Ihr Buch dafür zu Grunde gelegt werden kann" (102).

Das Lehrbuch wurde doch umfangreicher als geplant. Es wurde überrollt von der stürmischen Entwicklung der Chemie und von der lawinenartig anwachsenden Zahl neuentdeckter Verbindungen und blieb daher unvollendet.

Von Erlenmeyer selbst stammen die erste und zweite Lieferung von 1867 und 1868 (bis Seite 434) mit der Einleitung, der C_1 -Gruppe und dem überwiegenden Teil der C_2 -Gruppe.

Sein Verleger drängte auf Fortsetzung. (Siehe hierzu verschiedene Briefe von C. Winter und der Winter'schen Verlagshandlung an Erlenmeyer mit Anfragen zur Fortführung des Lehrbuchs (103)). Fortgesetzt wurde das Lehrbuch dann von Otto Hecht (1846-1914) und von Richard Meyer (1846-1926). Aus mehreren Briefen an Erlenmeyer geht die Mitwirkung R. Meyers hervor (104).

Am zweiten Band, der die C_4 -Gruppe und die C_5 -Gruppe enthält, arbeiteten außerdem F. Carl und Dr. A. Lipp mit. Über das Schicksal des Lehrbuches und über die Schwierigkeiten bei der Bearbeitung berichten einige Briefe von Otto Hecht an Erlenmeyer (105).

Im folgenden soll aufgezeigt werden, wie Erlenmeyer zu den Vorstellungen gefunden hatte, die er in seinem Lehrbuch niederlegte.

c) Trennung der Begriffe Atom, Molekül, Äquivalent und Revision der Atomgewichte.

Es war unabdingbar für die Entwicklung der Strukturchemie, daß man Klarheit über Atomgewichte und Wertigkeiten gewann, vor allem, daß die Begriffe Atom, Molekül, Äquivalent exakt definiert und voneinander unterschieden wurden.

Obwohl die aus der Antike überkommene Bezeichnung Atom "das Unteilbare" bedeutet, verwendete man sie auch für zusammengesetzte Körper. Man trennte die Begriffe Atom und Molekül nicht. Dalton hatte vom "Atom der Verbindungen" gesprochen und Molekül gemeint. Avogadro hatte zwar Atom und Molekül getrennt, aber seine Hypothese war vorläufig in Vergessenheit geraten.

Nach Erlenmeyers Angaben (106) gebrauchte zuerst wieder Marc Antoine Gaudin (1804-1880) (107) im Jahre 1833 den Ausdruck Molekül, um etwas chemisch zusammengesetztes, etwas anderes als ein Atom, auszudrücken. Er stellte die beiden Begriffe gegenüber und trennte sie exakt voneinander.

Erlenmeyer bedauerte, daß auch diese Abhandlung wenig Beachtung gefunden hatte (108).

Die Unterscheidung der beiden Begriffe setzte sich erst seit 1846 vor allem durch Auguste Laurents (1807-1853) (109) und durch Gerhardts (110) Arbeiten durch.

Erst danach konnte auch der Begriff des Äquivalents mit Bestimmtheit erkannt und konsequent eingeführt werden.

Auch die Begriffe Atom und Äquivalent wurden gegeneinander ausgetauscht, obwohl Gay-Lussac (111) schon 1828 die Unabhängigkeit der beiden Begriffe aufgezeigt und in seinen Vorlesungen die richtige Anwendung des Wortes Äquivalent auseinandergesetzt hatte (112).

Durch die Verwechslung entstand große Verwirrung bis Liebig (113) schließlich darauf hinwies, daß es falsch sei, die beiden Begriffe füreinander zu verwenden.

Daraufhin bemühte sich Gerhardt, die Bedeutung des Ausdruckes Äquivalent durch reine Äquivalentformeln wieder zur vollen Geltung zu bringen. Seit 1846 unterschieden er und Laurent klar zwischen dem Atomgewicht und dem Äquivalentgewicht eines Elementes.

1855 brachte Odling (114) das Äquivalent durch Schreiben hochgestellter Striche schärfer zum Ausdruck, z.B.



Eine klare Definition von Äquivalent, Atom und Molekül gab Erlenmeyer, um der herrschenden Uneinigkeit entgegenzutreten. Er bezeichnete als ein Äquivalent

"die Gewichtsmenge eines Körpers, welche E i n e m Gewichtstheil Wasserstoff in chemischen Verbindungen gleich wirkend ist", oder "die k l e i n s t e G e w i c h t s m e n g e eines Körpers, welche mit 1 Gewichtstheil Wasserstoff verbunden vorkommt."

"Ein Molekül besteht zum Mindesten aus 2 Atomen. Als ein chemisches Atom bezeichnen wir die geringste Menge eines einfachen oder zusammengesetzten Körpers (Radicals), welche durch chemische Reaction aus einem Molekül in ein anderes überführt werden kann" (115).

Die Uneinheitlichkeit der Bezeichnungen war beträchtlich, z.B. wurde Kohlendioxid von manchen Chemikern CO_2 , von anderen CO_4 geschrieben. Für jene, die CO_2 schrieben, bedeutete bei einigen C gleich 6 Gewichtsteile Kohlenstoff und O gleich 8 Gewichtsteile Sauerstoff, bei anderen C gleich 12 Gewichtsteile Kohlenstoff und O gleich 16 Gewichtsteile Sauerstoff. Für jene, die CO_4 schrieben, bedeutete C gleich 12 Gewichtsteile Kohlenstoff und O gleich 8 Gewichtsteile Sauerstoff.

Für Wasser schrieb man HO oder HO oder H_2O oder H_2O_2 . Alle Bezeichnungen waren nebeneinander in Gebrauch (116).

Wie war es zu dieser Verschiedenheit gekommen?

1814 hatte Berzelius (117) die Atomgewichte auf Sauerstoff mit dem Atomgewicht 100 bezogen und 1818 (118) eine entsprechende Tabelle veröffentlicht.

1826 (119) schloß er sich dem 1803 von Dalton (120) gemachten Vorschlag an, den Wasserstoff mit dem Atomgewicht 1 als Basis der Tabelle zu wählen.

In dieser Tabelle von 1826 ist $\text{H}=1$

$\text{O}=16,026$

$\text{C}=12,250$

$\text{N}=14,186$ usw.

Berzelius bezeichnete nun in seinen Formeln ein doppelt auftretendes Element (mit Ausnahme des Sauerstoffs) durch einen Querbalken, z.B.

$\text{H}=2$

$\text{C}=24,500$

$\text{N}=28,372$ usw.

1831 (121) aber wurden die Werte auf ein doppeltes Wasserstoffatom $\text{H}=1$, also auf $\text{H}=0,5$ bezogen. Die durchgestrichenen Symbole bedeuteten jetzt dasselbe wie die nicht durchgestrichenen von 1826:

$\text{O}=8,013$

$\text{N}=7,093$

$\text{C}=6,125$

$\text{N}=14,186$

$\text{C}=12,250$

Durch diese Umstellung brachte Berzelius große Verwirrung in die Chemie, weil niemand mehr wußte, ob C für 6,125 oder für 12,250 stand.

Dalton (122) wiederum hatte erkannt, daß sich die Elemente nach festen Verhältnissen zu chemischen Verbindungen vereinigen. (Gesetz der konstanten Proportionen)

Humphry Davy (123) nannte die relativen Verbindungsgewichte der Elemente "Verhältnisse bzw. proportionale Zahlen".

William Wollaston (1766-1828) (124) gab ihnen den Namen Äquiva-

lente. Die Rechnung mit Äquivalentgewichten bürgerte sich ein und verdrängte teilweise die Rechnung mit Atomgewichten.

Für Berzelius, als Vertreter der dualistischen Idee, konnten sich nicht zwei Wasserstoffatome miteinander verbinden. Er nahm die Unteilbarkeit seiner Doppelatome, die durch einen Querstrich im Elementsymbol (H , N , Cl) gekennzeichnet waren, an (125).

Die Atomsymbole von Berzelius wurden auch als Zeichen für Äquivalente verwendet ohne Rücksicht darauf, daß bei manchen Elementen die Äquivalentgewichte mit den Atomgewichten übereinstimmten, bei anderen nicht. Die Unterschiede wurden verwischt und schließlich die Bezeichnungen Äquivalentgewicht und Atomgewicht synonym gebraucht. Θ gleich 1 Doppelatom bei Berzelius drückte dasselbe Gewicht aus wie O gleich 1 Äquivalent bei Wollaston. Die einfachen Berzelius'schen Atome (mit Ausnahme der Alkalimetalle, des Silbers und einiger anderer) sind identisch mit den modernen Atomgewichten, die Doppelatome sind identisch mit den Äquivalentgewichten.

Gerhardt (126) vertrat 1842 die Auffassung der sogenannten großen, der doppelten Atomgewichte, und veröffentlichte 1843 eine Tabelle (127) entsprechend

$H=1$	$C=12$	$S=32$
$O=16$	$N=14$	

Das empirische Gesetz der paarigen Atomzahlen und die Wahrnehmung, daß die Anzahl der Sauerstoffatome allein ebenfalls eine paarige ist, gab hierzu den Anstoß.

Gerhardt (128) löste die Doppelatome auf, der Strich verschwand und als Zeichen der Verdoppelung wurde die Ziffer 2 gesetzt, z.B. H_2O . Der Sieg der Atomgewichte über die Äquivalentgewichte wurde durch Stanislaw Cannizzaro (1826-1910) auf dem ersten internationalen Chemikerkongreß in Karlsruhe (129) vorbereitet. Die Verwirrung durch die synonyme Verwendung der Begriffe Atomgewicht und Äquivalentgewicht belastete die chemische Ent-

wicklung erheblich und mit der Mehrzahl der Chemiker setzte Erlenmeyer seine Hoffnung auf Klärung, die er als "Voraussetzung einer rationellen Benennungsweise" (130) forderte, in den angekündigten Chemikerkongreß.

Der Kongreß trat vom 3.- 5. September 1860 zusammen, um über die einheitliche Verwendung und Definition der Grundbegriffe Atom, Molekül, Äquivalent, Atomigkeit zu beraten. Die Verwendung einheitlicher Symbole sollte erreicht werden und der Versuch zur Anbahnung einer rationellen Nomenklatur gemacht werden. Die Frage der Atomgewichte beschäftigte den Kongreß bis zuletzt. Einen äußerst wichtigen Beitrag zur Erhellung der Zusammenhänge gab Cannizzaro (131), indem er den Chemikern die Avogadro'sche Hypothese (Amadeo Avogadro 1776-1856) (132) von 1811 (André Marie Ampère (1775-1836) war 1814 zu demselben Ergebnis gekommen (133)) wieder ins Bewußtsein rief und ihnen ihre Bedeutung klar machte:

Gasförmige Substanzen enthalten in gleichen Raumteilen bei gleichen Druck- und Temperaturverhältnissen die gleiche Anzahl Moleküle, und die Moleküle bestehen selbst bei elementaren Substanzen aus mehreren Atomen. 1 Volumen Wasserstoff enthält ebenso viele Moleküle wie ein gleichgroßes Volumen Chlorwasserstoff.

Cannizzaros wichtigste Erkenntnis war der einfache Zusammenhang zwischen Molekulargewicht und Dampfdichte:

Die Molekulargewichte sind den Dampfdichten proportional.

$$\frac{\text{Dampfdichte}}{\text{Dampfdichte Standard}} = \frac{\text{Molekulargewicht}}{\text{Molekulargewicht Standard}}$$

Man kann also die Molekulargewichte der einfachen und der zusammengesetzten gasförmigen Substanzen bestimmen, nachdem man die Dampfdichte ermittelt und auf einen Standard bezogen hat. Als Standard wurde Wasserstoff, das leichteste Gas, gewählt.

Da das Molekül Wasserstoff aus 2 Atomen besteht, ergibt sich das Molekulargewicht nach Multiplikation mit 2.

So erhielt man die sogenannten neuen oder modernen oder großen Atomgewichte. Avogadro hatte als Standard das Gewicht des Wasserstoffmoleküles gewählt. Deshalb sind seine Molekulargewichte halb so groß wie die Werte, die auf dem Wasserstoffatom basieren.

Während Erlenmeyer für die noch heute gebräuchlichen großen Atomgewichte

O=16

C=12

S=32 usw.

eintrat, hielten einige Chemiker, so z.B. Kolbe, an den alten, den kleinen Atomgewichten fest. Für Kolbe galt bis etwa 1868 (134):

O=8

C=6

S=16 usw.

Um nun in der symbolischen Schreibweise anzugeben, welches Atomgewicht verwendet wurde, schlug Williamson (135) durchgestrichene Elementzeichen vor. Sie sollten ausdrücken, daß den Atomen dieser Elemente ein doppelt so großes Atomgewicht zukommt:

O=8 ~~O~~=16

C=6 ~~C~~=12

Erlenmeyer sprach sich auf dem Kongreß in der 3. Sitzung für Williamsons Vorschlag aus, sich immer der durchgestrichenen Symbole zu bedienen, um die verdoppelten Atomgewichte auszudrücken. Diese Vorstellung formulierte er:

"Wenn der Sauerstoff in der Menge von 16 Gewichtstheilen ein chemisches Atom bildet, so dürfen wir ihn nicht in derselben Weise schreiben, als wenn er in der Menge von 8 Gewichtstheilen ein chemisches Atom ausmacht" (136).

Im gleichen Artikel bekannte er sich, indem er die Verwendung

der sogenannten kleinen Atomgewichte kritisierte, zur konsequenten Verwendung der "großen" Atomgewichte.

Nur Odling sprach sich auf dem Kongreß gegen diese Regelung aus, denn der Strich durch ein Elementzeichen war ursprünglich von Berzelius verwendet worden, um ein teilbares, ein Doppelatom auszudrücken, und sollte nun das Gegenteil bedeuten und etwas Unteilbares bezeichnen. Nach seiner Meinung sollte man also den Strich weglassen und mit dem üblichen Zeichen für ein Element zugleich das richtig erkannte Atomgewicht ausdrücken. Zunächst setzte sich allerdings das durchgestrichene Symbol durch, und oft wurde zu Beginn einer Abhandlung zusätzlich vermerkt, welche Atomgewichte Verwendung fanden.

Der Kongreß war richtungsweisend für die weitere Entwicklung der Chemie. Er hatte die Probleme nicht gelöst, aber die Voraussetzung für eine Verständigung geschaffen. Die einheitliche Anwendung der Begriffe mußte sich erst allmählich durchsetzen. Diesem Ziele widmete sich Erlenmeyer weiterhin. Die Bedeutung, die er der exakten Definition dieser chemischen Grundbegriffe beimaß, zeigt sich in verschiedenen Abhandlungen, die auch eine Weiterentwicklung seiner eigenen Ansichten widerspiegeln. 1860 hatte er noch geglaubt, daß das chemische Atom keine absolut unveränderliche Größe sei, daß es

"je nach Bedingungen in verschiedenen Größen, die aber alle in sehr einfachem Verhältnis zu einander stehen, auftreten kann" (137).

1863 bezeichnete er dann das Atom als kleinstes,

"nicht mehr weiter theilbares Partikelchen von unveränderlichem Gewichte und unveränderlicher Grösse" (138).

Die dreiteilige, insgesamt 30 Seiten lange Abhandlung "Betrachtungen über Aequivalent, Atom, Molekül und Volum", die er in Fortsetzungen zu diesem Themenkreis in seiner "Zeitschrift für

Chemie" veröffentlichte (139), wurde 1909 in einem Nachruf auf ihn von Professor Heinrich Kiliani (1855-1945), einem seiner Schüler, als "Klassiker der exakten Wissenschaften" bezeichnet (140).

d) Die Erkenntnisse aus der Avogadro'schen Hypothese setzen sich durch.

Die auf der Avogadro'schen Hypothese beruhenden Folgerungen Cannizzaros, nämlich die Erkennung der einfachen Beziehung zwischen Dampfdichte und Molekulargewicht, wurden durch die Dampfdichteanomalien bei Schwefel, Phosphor und Ammoniumsalzen erschwert.

Erlenmeyer erkannte Cannizzaros Überlegungen sofort als richtig an und ließ sich auch durch die Dampfdichteanomalien nicht irritieren. Kekulé war dagegen zunächst nicht zu überzeugen. Noch 1865 schrieb dieser

"Das chemische Atom und Molekül müssen strenge vom physikalischen Molekül unterschieden werden" (141).

Die Dampfdichteanomalien bewogen ihn, grundsätzlich zweierlei Moleküle, chemische und physikalische, zu unterscheiden, in dem Sinn, daß die physikalischen Moleküle die physikalischen Erscheinungen, die chemischen Moleküle die chemischen Reaktionen veranlaßten. Er hielt fest an der in seinem Lehrbuch dargelegten Anschauung und bezweifelte, daß das Molekül eines festen Körpers identisch sei mit dem Molekül desselben Körpers wenn er sich im Gaszustand befindet. Es könnte nach Kekulé's Ansicht das Molekül des Gases größer oder auch kleiner sein als das Molekül des festen Zustandes. Daraus folgte er, daß physikalische Bestimmungen der Eigenschaften eines Gases noch keine sicheren Aussagen erlaubten über die Molekülgröße und das Molekulargewicht eines Körpers. Es sei nicht erwiesen, daß die kleinste Einheit eines Körpers, die an einer chemischen Reaktion teilnimmt, identisch ist mit der kleinsten Einheit dieses Körpers, die bei der Dampfdichtebestimmung erfaßt wird;

"man kann ebenso wenig durch das Studium der physikalischen Eigenschaften, die Größe der bei chemischen

Metamorphosen als kleinste Theile aufzutretenden Mengen direct herleiten. A priori wenigstens können die kleinsten Theile, die man, gestützt auf physikalische Betrachtungen, in festen, flüssigen oder gasförmigen Körpern annimmt, weder untereinander noch mit den bei chemischen Metamorphosen als kleinste Massetheilchen erscheinenden Mengen für identisch gehalten werden. Es muss vielmehr für jede einzelne Substanz erst nachgewiesen werden, ob die bei den verschiedenen Erscheinungen als kleinste Theilchen erscheinenden Mengen dieselben sind oder nicht" (142).

Die Molekulargewichtsbestimmung auf chemischem Wege könne somit durchaus andere Ergebnisse liefern als die Molekulargewichtsbestimmung auf physikalischem Wege.

Kekulé war die Avogadro'sche Hypothese nicht bekannt. Er schrieb in seinem Lehrbuch:

"Aus mehrfachen Gründen erscheint es zweckmässig, für diese Volumbetrachtungen dieselbe Einheit zu wählen, die für die Gewichtsverhältnisse (Atomgewicht, Molekulargewicht, Aequivalentgewicht) dient. Wir wählen also ein Atom Wasserstoff als Einheit und sagen demnach, ein Molecül Wasserstoff erfüllt, da es 2 Atome enthält, zwei Volume. Die Molecularformeln entsprechen also stets zwei Volumen Gas oder Dampf; oder, wie man sich häufig ausdrückt, bei gasförmigen Körpern erfüllt ein Molecül stets 2 Volume" (143).

Diese Aussage steht im direkten Widerspruch zu Avogadro: Gleichgroße Volumina einfacher und zusammengesetzter Substanzen enthalten gleichviele Moleküle.

Die auf Avogadro beruhenden Gedanken Cannizzaros setzten sich erst allmählich durch. Daß Avogadros Hypothese Jahre nach dem Karlsruher Kongreß noch längst nicht selbstverständlich war, zeigt Erlenmeyers Fußnote in seiner Abhandlung "Über Propyl-

verbindungen":

"Gewöhnlich pflegt man zu sagen dass H_2 2 Volume einnimmt. Das könnte nur geschehen, wenn H_2 = zwei getrennt existirenden Atomen wäre. Da aber H_2 ein kleinstes Gastheilchen Wasserstoff, d.h. 1 Molekül ausmacht, so kann H_2 auch nur 1 Volum einnehmen. Man hat die Annahme von getrennt existirenden Atomen verlassen, aber die dieser Annahme entsprechende Bezeichnungsweise beibehalten" (144).

Selbst 1879 fanden sich noch Gegenstimmen, wie dem Bericht Volhards an Erlenmeyer zu entnehmen ist:

"Mohr in Bonn hat mich mit einer ganzen Reihe von Abhandlungen überschwemmt, in welchen die Atomtheorie klein gemacht, mit Hohn übergossen und schliesslich begraben wird: 'Die Avogadro'sche Hypothese sitzt weinend am Grab der Atome.' Ich habe ihm den ganzen Krempel zurückgeschickt mit einem Brief, der Ihnen Freude machen würde 'die Atomtheorie weit entfernt sich begraben zu lassen würde uns höchstens einen spöttigen Blick zuwerfen oder etwa, je nach ihrem Bildungsgrad, einen Zipfel ihres Gewandes lüpfen zu unehrerbietiger Einladung' und dergl. im Mohr'schen Stil gehaltene Schnotterigkeiten" (145).

Bei den ersten, die Cannizzaros Vorstellungen folgten, war Erlenmeyer, der die Avogadro'sche Hypothese in zahlreichen Abhandlungen verteidigte. In seinem bedeutenden Aufsatz "Betrachtungen über Aequivalent, Atom, Molekül und Volum" sagte Erlenmeyer:

"... dass wir die Molekulargewichte der einfachen und zusammengesetzten Körper sowohl auf chemischem Wege, als auch, wenn die Körper unzersetzt in den vollkommen gasförmigen Zustand übergeführt werden können, auf physikalischem Wege zu bestimmen im Stande sind" (146).

In der Fortsetzung derselben Abhandlung ging er auf die Grundlagen der Dampfdichtebestimmung ein:

"Bei Benutzung der Dampfdichte zur Bestimmung der Grösse einer chemischen Verbindung geht man von der Annahme aus, dass alle Substanzen im Dampfzustand so weit getheilt seien als es möglich ist, ohne eine Zersetzung der Substanz zu bewirken, d.h. man macht die Annahme, dass die einzelnen kleinsten Theilchen eines Dampfes übereinstimmen mit der wahren Grösse einer chemischen Verbindung" (147).

Erlenmeyer erläuterte die Prinzipien der Molekulargewichtsbestimmung auf physikalischem Wege bei Körpern, die unzersetzt in den gasförmigen Zustand überführt werden können. Dabei betonte er, daß zur Zeit nur das relative Gewicht in Bezug auf eine Vergleichssubstanz, nicht jedoch das absolute Gewicht ermittelt werden könne:

"Die Ausführung einer solchen Theilung und absoluten Gewichtsbestimmung der einzelnen Moleküle ist aber etwas Unerreichbares für unsere heutige Kunst" (148)(149).

Die physikalischen Erkenntnisse faßte Erlenmeyer folgendermaßen zusammen:

- a) Im gasförmigen Zustand sind die absoluten Moleküle einer chemischen Verbindung vollständig von einander getrennt und befinden sich in einer bestimmten Entfernung zueinander, die im Verhältnis zu ihrem eigenen Volumen sehr groß ist.
- b) In gleichen Volumen verschiedener Gase kann bei gleichen Druck- und Temperaturverhältnissen eine gleiche Anzahl absoluter Moleküle angenommen werden.

Folgerung: Die Gewichte gleicher Volumen der verschiedenen Gase (bei gleichen Bedingungen) verhalten sich zueinander wie die Gewichte ihrer absoluten Moleküle (150). Daher läßt sich das relative Molekulargewicht einer Verbindung durch die

Bestimmung des spezifischen Gewichts (=Dampfdichte) ihres Gases finden.

"Wenn wir z.B. das Gewicht eines Volums Salzsäuregas = 1 setzen, so werden sich die Gewichte gleichgrosser Volume Schwefelwasserstoffgas, Wassergas, Essigsäuregas, Alkoholgas, Aethergas etc. etc. zu 1 verhalten, wie die Gewichte ihrer absoluten Moleküle zu dem Gewichte der absoluten Moleküle der Salzsäure. Und wenn wir das Gewicht eines Volums Salzsäure nicht = 1, sondern = 36,5 dem relativen Molekulargewicht unserer chemischen Erfahrung setzen, so werden die Gewichte gleicher Volume der genannten Gase direct in solchen Werthen ausgedrückt, welche übereinstimmen mit den relativen Molekulargewichten, die wir durch chemisches Experiment für die betreffenden Körper aufgefunden haben" (151).

Erlenmeyer empfahl, für die spezifische Gewichtsbestimmung der Gase den Wasserstoff als Einheit und nicht mehr die atmosphärische Luft zu wählen, so daß mit dem spezifischen Gewicht zugleich das Molekulargewicht ausgedrückt werde.

Anschließend machte er nochmals deutlich, daß die frühere Annahme, die Grenztheilchen der Gase seien ihre Atome, falsch sei. Da die Gewichte von 1 Volum z.B. Wasserstoff oder Sauerstoff zu dem Gewicht eines Volums Salzsäuregas im selben Verhältnis stünden wie 2 bzw. 32 zu 36,5 und diese Zahlen die Gewichte von je 2 relativen Atomen ausdrückten, folge daraus, daß die Gase chemische Verbindungen von mindestens je 2 Atomen desselben Elementes seien.

Erlenmeyer wies in diesem Zusammenhang auf die Verdienste Gaudins hin, die wieder weitgehend in Vergessenheit geraten waren. Schon vor Cannizzaro habe Gaudin, basierend auf den Erfahrungen von Gay-Lussac, Dumas und anderen, denselben Gedanken ausgesprochen, daß nämlich die Gastheilchen der Elemente

selbst schon Verbindungen, also Moleküle seien.

Abschließend ging Erlenmeyer noch auf die Ausnahmen ein, die Erscheinungen der sogenannten abnormen Dampfdichte, nach der das Molekulargewicht des betreffenden Körpers größer oder auch kleiner sein kann als das auf chemische Weise ermittelte.

Im Gegensatz zu Kekulé ließ sich Erlenmeyer durch das Auftreten der abnormen Dampfdichten nicht von der Überzeugung abbringen, daß Cannizzaros Ansichten zur Molekulargewichtsbestimmung aus der Dampfdichte richtig seien. Er erkannte die abnormen Dampfdichten als Ausnahmen und beschäftigte sich in eigenen Versuchen, Abhandlungen und Bemerkungen zu Abhandlungen anderer Chemiker mit diesen Erscheinungen. Schon 1862 hatte Erlenmeyer geschrieben:

"Dass die chemischen Moleküle, wenn die Körper in den gasförmigen Zustand übergeführt werden können, immer das Vol. von H_2 einnehmen müssen, ist keineswegs absolut nöthig. Der Dampf eines Körpers kann auch aus Zersetzungsprodukten von Molekülen bestehen, diese können entweder Atome sein, oder Moleküle neu gebildeter Verbindungen" (152).

Er erklärte die abnorme Dampfdichte damit, daß sie nicht die Dichte des unzersetzten Dampfes, sondern die seiner Zersetzungsprodukte sei. Die spezifischen Gewichte von Schwefel, Phosphor- und Arsendämpfen hatten gezeigt, daß die Dichten nicht immer proportional zu den Atomgewichten sind. Bei Phosphor und Arsen sind die chemisch gefundenen Molekulargewichte nur halb so groß wie die durch physikalische Methoden nach Avogadros Hypothese gefundenen. Erlenmeyer erklärte diesen Umstand durch die Annahme der Polymerie, eine Erscheinung, die auch der Schwefel zeigt, der mindestens 2 polymere Verbindungen bildet, eine aus 2 Atomen und eine aus 6 Atomen bestehend, entsprechend 2 verschiedenen Dampfdichten. Auf chemischem Wege gelinge es durch "Dazwischenkunft anderer Elemente", die Verbindung bis auf die Atome zu

zerlegen. Auf physikalischem Wege sei dazu eine bestimmte Temperatur erforderlich, die jedoch für Phosphor und Arsen höher als bisher erreichbar liegen müsse, da es bislang nicht gelungen sei, die beiden Elemente soweit zu zerlegen, daß ihr physikalisch ermitteltes Molekulargewicht ihrem chemisch ermittelten gleichkomme. Den Grund für diese Phänomene sah Erlenmeyer in einer besonders starken Verwandtschaft, mit der sich die Äquivalente gegenseitig anziehen, die erst bei bestimmten Temperaturen überwunden werden könnte (153).

Die Vorgänge, die zur Erscheinung der abnormen Dampfdichte führen, beschrieb Erlenmeyer folgendermaßen:

"Es giebt chemische Verbindungen, in welchen die Verwandtschaft gewisser Äquivalente zu einander grösser ist, als die Verwandtschaft anderer darin vorhandener Äquivalente zu einander. Durch Zufuhr von Wärme kann aber diese Verwandtschaftsgrösse so verändert werden, dass nun andere Äquivalente eine grössere Verwandtschaft zu einander bekommen, als die Verwandtschaft der früher miteinander verbundenen Äquivalente zu einander war" (154).

So erkläre sich auch der Sachverhalt, daß Salmiakdampf nicht ein, sondern 2 Volume einnimmt.

"Wenn wir diese Verbindung höherer Temperatur aussetzen, so wird die Verwandtschaft zwischen 1 Aeq. H und 1 Aeq. Chlor grösser, als die Verwandtschaft der beiden einzelnen Äquivalente zu 2 Stickstoffäquivalenten in dem Salmiak gewesen ist" (154).

So entstehen 2 Moleküle: Salzsäure und Ammoniak. Erlenmeyer sprach sich gegen die Ansicht "einiger Chemiker der neueren Zeit" aus, er meinte vor allem Kekulé, die annahmen, der Salmiak bestünde lediglich aus einer physikalischen Aneinanderlagerung zweier gesättigter Moleküle.

Ebenso wie mit dem Salmiak verhalte es sich mit dem fünffach Chlorphosphor (PCl_5), welches zu Cl_2 und PCl_3 zersetzt wird, und mit dem Quecksilberchlorür (Hg_2Cl_2), dessen Untersuchung Erlenmeyer einen eigenen Artikel widmete (155).

Das durch Dampfdichtebestimmung ermittelte Molekulargewicht des Quecksilberchlorürs war halb so groß, wie das durch chemische Untersuchungen gefundene. Erlenmeyers Untersuchung beruhte auf fraktionierter Destillation. Er verdampfte die Substanz und fand reines Quecksilber neben Quecksilberchlorid HgCl_2 (155). Dasselbe Ergebnis erhielt gleichzeitig Odling, auf dessen Versuch Williamson (156) hinwies.

Odling hatte die Gegenwart von metallischem Quecksilber im Dampf durch die Wirkung auf ein Goldblättchen nachgewiesen und außerdem einen Absatz von Quecksilberchlorid gefunden. Erlenmeyer und Odling waren also gleichzeitig zu demselben Resultat gekommen, wobei Erlenmeyer den Versuch Odlings nicht für wirklich überzeugend hielt. Nach seiner Meinung hätte die Zersetzung des Quecksilberchlorürs möglicherweise allein durch eine große Verwandtschaft des Quecksilbers zum Gold entstanden sein können.

Die abnormen Dampfdichten der Elemente Schwefel und Quecksilber wurden von Erlenmeyer analog erklärt:

"... dass es auch Elemente geben kann, bei welchen die Anziehungsstärke der Aequivalente, in welchen sie verbunden sind, so weit vermindert werden kann, dass sich die Atome von einander trennen und als solche die kleinsten Gastheilchen bilden. Dadurch würde dann natürlich das Volum verdoppelt, wenn vorher 2 Atome miteinander verbunden waren, oder mit andern Worten, die Dampfdichte würde auf ein halb so grosses Molekulargewicht schliessen lassen, als es das chemische Experiment voraussetzt" (157).

Insgesamt lag es Erlenmeyer am Herzen, stets die chemische

Molekulargewichtsbestimmung und die physikalische Molekulargewichtsbestimmung miteinander zu vergleichen, denn er hielt die damaligen Methoden zur Dampfdichtebestimmung für nicht genügend zuverlässig, um die Frage zu entscheiden, ob eine Substanz ein einziges chemisches Molekül oder eine Aneinanderlagerung von mehreren sei. Physikalische Bestimmungen allein könnten "auf Irrwege führen" und den "regelmässigen Fortschritt der Wissenschaft" verlangsamen. In diesem Sinne kritisierte er in seiner Abhandlung "Ueber die sogenannten abnormen Dampfdichten. Bemerkung zu den beiden vorstehenden Abhandlungen" (158) die Ergebnisse Louis Joseph Troosts (1825-1911) und Henri Sainte-Claire Devilles (1818-1881) (159)(160), die eine Zersetzung beispielsweise von PCl_5 oder NH_4Cl zu $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ bzw. $\text{HCl} + \text{NH}_3$ in Abrede stellten.

Durch seine Einsicht in die Richtigkeit der auf der Avogadro'schen Hypothese beruhenden Aussage Cannizzaros auf dem Chemikerkongreß von 1860 und sein entschiedenes Eintreten dafür, half Erlenmeyer, diese Grundregeln der physikalischen Chemie zu verankern.

1877 stimmte schließlich auch Kekulé der Vorstellung, daß die Gaspartikel mit den chemischen Molekülen identisch seien, rückhaltlos zu:

"Nachdem so Avogadro's Hypothese über die Natur der Gase zur Anerkennung gekommen war und man somit aus den specifischen Gewichten der Gase die relativen Gewichte der Gaspartikel herleiten konnte; nachdem man andererseits gelernt hatte, durch chemische Betrachtungen die relativen Gewichte der chemischen Molekeln festzustellen; da ergab sich, dass beide Werthe zusammenfallen, und man kam so zu der ihrer Einfachheit wegen ohnedies wahrscheinlichen, aber doch vorher nicht nothwendigen Vorstellung, dass die Gaspartikel mit den chemischen Molekeln identisch seien, dass also die

Wärme die Materie bis zu den chemischen Molekeln zu zerstäuben vermag" (161).

- e) Auflösung des Radikals, Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms, direkte Verknüpfung der Kohlenstoffatome miteinander.

Die Ermittlung der Atomgewichte und die Erkenntnis des chemischen Wertes eines Elementes waren Grundlage für die Theorie der Atomverkettenung.

Kekulé formulierte dies 1877 in seinem Vortrag "Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie" beim Antritt seines Rektorates in Bonn folgendermaßen:

"Diese Hypothese vom chemischen Werth der Elemente bietet nun freilich noch manche dunkle Punkte, aber sie hat doch zur Erkenntnis eines Gesetzes geführt, welches nicht nur für die Chemie, sondern für die gesamte Atomtheorie von fundamentaler Bedeutung ist, und welches die Chemiker als Gesetz der Verkettung der Atome bezeichnen. Die einzelnen Atome einer Molekel stehen nicht alle mit allen oder alle mit einem in Verbindung, jedes haftet vielmehr nur an einem oder an wenigen Nachbaratomen, so wie in der Kette Glied an Glied sich reiht" (162).

Der Weg zur Strukturchemie begann mit der Abwendung vom Radikal als einem festen, unveränderlichen Molekülverband.

1835 hatte Liebig gesagt, daß die Vorstellung von unveränderlichen Radikalen, als der den Elementen analogen Gruppen, aufgegeben werden müsse (163).

Odling hatte 1855 eine neue Vorstellung für das Radikal entwickelt:

"In den drei am besten bekannten Kohlenwasserstoffen: Kohlengas, ölbildendes Gas und Benzol, die man wie manche anderen Körper so auffaßt, als ob sie zusammengesetzte Radikale enthielten, ist die Annahme selbständig existirender zusammengesetzter Radikale nicht nur unnötig sondern unvernünftig. Die besondere Anordnung von Atomen, die wir

als zusammengesetzte Radikale bezeichnen, führt kein von den anderen Körpern, in die man sie einführt, getrenntes Dasein" (164).

Er bestritt also, daß die Verbindungen, insbesondere die Kohlenwasserstoffe, für sich allein existenzfähige, vorgebildete Radikale enthielten und behauptete, daß man in ihnen so viele Radikale annehmen könne wie in ihnen Wasserstoffatome vorkommen, so daß bei der Wegnahme von 1 Atom Wasserstoff ein einbasisches Radikal, von 2 Atomen Wasserstoff ein zweibasisches Radikal, von 3 Atomen Wasserstoff ein dreibasisches Radikal zurückbliebe. Kekulé übernahm diese Anschauungen und führte sie weiter. 1858 ging Kekulé in seiner fundamentalen Schrift "Ueber die Constitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffs" noch einen Schritt weiter:

"Ich halte es für nöthig, und bei dem jetzigen Stand der chemischen Kenntnisse, für viele Fälle für möglich, bei der Erklärung der Eigenschaften der chemischen Verbindungen zurückzugehen bis auf die Elemente selbst, die die Verbindungen zusammensetzen. Ich halte es nicht mehr für Hauptaufgabe der Zeit, Atomgruppen nachzuweisen, die gewisser Eigenschaften wegen als Radicale betrachtet werden können, und so die Verbindungen einigen Typen zuzuzählen, die dabei kaum eine andere Bedeutung als die einer Musterformel haben" (165).

Das Streben, die Eigenschaften der Radikale bzw. der organischen Verbindungen überhaupt auf die Eigenschaften der sie bildenden Elemente zurückzuführen lenkte den Blick auf die Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen, die bei der Typentheorie nicht in Betracht gezogen worden waren. Dies war Voraussetzung, um die Anordnung der Atome im Molekül zu ergründen.

Kekulé:

"Es ist öfter hervorgehoben worden, daß die Radicale nicht an sich enger geschlossene Atomgruppen, sondern nur Aneinanderlagerungen von Atomen sind, die in gewissen Reactionen sich nicht trennen, in andern dagegen zerfallen. ... In ähnlicher Weise kann man sich die Zusammenlagerung der Atome in allen Radicalen vorstellen, auch in den kohlenstoffhaltigen. Dazu ist es nur nöthig, daß man sich eine Vorstellung bildet über die Natur des Kohlenstoffs" (166).

Die Betrachtung der Wertigkeit der Radikale wurde weitergeführt zur Wertigkeit der Elemente. Aus der Vorstellung der Notwendigkeit, daß man beim Betrachten der Kohlenstoffverbindungen bis zu den Elementen vordringen müsse und aus der Erkenntnis der Wertigkeit der Elemente äußerten Kekulé und gleichzeitig der Schotte Archibald Scott Couper (1831-1892) 1858 die fundamental neue Idee einer direkten Verbindung von Kohlenstoffatomen miteinander. Der Anstoß zur Entwicklung einer Lehre von der Verkettung der Kohlenstoffatome war dadurch gegeben.

"Von dem Bestreben den Radikalen von allen Seiten aus zuzusetzen, sie ebenso wenig wie die Typen als etwas absolutes gelten zu lassen, bis zu der Erkenntnis, daß bei den organischen Verbindungen die Verwandtschaftseinheiten des Kohlenstoffs allein das Maßgebende für die Verbindungsfähigkeit mit anderen Elementen und Atomgruppen und für die Umwandlungsfähigkeit der Verbindungen ist, war nur ein kleiner Schritt" (167).

In seinem Lehrbuch formulierte Erlenmeyer die Auflösung der Radikale bis zu den Elementen:

"Wenn man will, so kann man die kohlenstoffhaltigen und

die kohlenstofffreien Radicale ... als n ä h e r e Radicale bezeichnen. In diesen lässt sich eine bald grössere, bald kleinere Zahl von e n t f e r n t e r e n Radicalen erkennen, bis man schliesslich in den Elementar-
atomen die e n t f e r n t e s t e n Radicale erblickt" (168).

Daneben verwandte er den Begriff Radikal auch im gleichen Sinn wie wir heute den Begriff "funktionelle Gruppe":

"... dass man alle Verbindungen, welche das Radical CHO enthalten, als Aldehyde, diejenigen, in welchen das Radical .COOH vorkommt, als Säuren resp. Carbonsäuren bezeichnet" (169).

Gleichzeitig mit Kekulé und unabhängig von ihm erkannte auch Couper (170) die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und die Verbindungs-fähigkeit der Kohlenstoffatome untereinander.

Während früher die Fähigkeit, sich chemisch zu verbinden, nur zwei voneinander verschiedenen Substanzen zugeschrieben wurde, dachte man sich jetzt zwei und mehrere Kohlenstoffatome miteinander verknüpft.

Couper schrieb der Kohlenstoff habe zwei ausgeprägte Eigenschaften: zum einen verbinde er sich mit der gleichen Anzahl von Äquivalenten des Wasserstoffs, des Chlors, des Sauerstoffs, des Schwefels usw. zum zweiten könne er mit sich selbst in Verbindung treten. Diese zwei Eigenschaften erklärten seiner Meinung nach alles Charakteristische der organischen Chemie, wobei die zweite Eigenschaft seines Wissens erstmals von ihm aufgezeigt wurde.

... diese Eigenschaft "scheint mir über die wichtige und bisher unerklärte Thatsache der Anhäufung der Kohlenstoff-moleküle in den organischen Verbindungen Aufschluß zu geben" (171).

Im Vergleich zu Kekulé verwarf Couper die Typentheorie auf einen Streich. Obwohl die wichtigsten Ergebnisse der Arbeiten Coupers und Kekulés von 1858 dieselben waren, gab Wurtz, Coupers Lehrer, beim Vergleich beider Arbeiten (172), Kekulé den Vorzug. Kekulés Ziele waren gemäßiger und mehr im Einklang mit den herkömmlichen Ansichten in der Chemie (173).

Coupers wissenschaftliche Arbeiten wurden 1859 wegen Erkrankung abgebrochen. Sein Name geriet völlig in Vergessenheit, bis Richard Anschütz (1852-1937) (174) sich darum bemühte, sein Lebensschicksal und sein Werk zu erforschen (175).

1858 stellte Kekulé die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs fest und erläuterte:

"Betrachtet man nun die einfachsten Verbindungen des Kohlenstoffs (Grubengas, Methylchlorid, Chlorkohlenstoff, Chloroform, Kohlensäure, Phosgengas, Schwefelkohlenstoff, Blausäure usw.) so fällt es auf, daß die Menge Kohlenstoff, welche die Chemiker als die geringst mögliche, als A t o m erkannt haben, stets 4 Atome eines einatomigen, oder zwei Atome eines zweiatomigen Elementes bindet; daß allgemein die Summe der chemischen Einheiten der mit einem Atom Kohlenstoff verbundenen Elemente gleich 4 ist. Dies führt zu der Ansicht, daß der Kohlenstoff v i e r a t o m i g (oder vierbasisch) ist" (176).

Entscheidend war die Erkenntnis der Kohlenstoff-Kohlenstoffbindung:

"Für Substanzen, die mehrere Atome Kohlenstoff enthalten, muß man annehmen, daß ein Theil der Atome wenigstens ebenso durch die Affinität des Kohlenstoffs in der Verbindung gehalten werde, und daß die Kohlenstoffatome selbst sich aneinander lagern, wobei natürlich ein Theil der Affinität des einen gegen einen eben so großen Theil der Affinität des andern gebunden wird. Der einfachste und deshalb

wahrscheinlichste Fall einer solchen Aneinanderlagerung von zwei Kohlenstoffatomen ist nun der, daß eine Verwandtschaftseinheit des einen Atoms mit einer des andern gebunden ist. Von den 2×4 Verwandtschaftseinheiten der 2 Kohlenstoffatome werden also zwei verbraucht, um die beiden Atome selbst zusammenzuhalten; es bleiben mithin 6 übrig, die durch Atome anderer Elemente gebunden werden können" (177).

Und weiter führte Kekulé aus:

"Seither wurde angenommen, daß alle an den Kohlenstoff sich anlagernden Atome durch die Verwandtschaft des Kohlenstoffs gebunden werden. Man kann sich aber eben so gut denken, daß bei mehratomigen Elementen (O, N usw.) nur ein Theil der Verwandtschaft dieser, nur eine von den zwei Einheiten des Sauerstoffs z.B., oder nur eine von den drei Einheiten des Stickstoffs an den Kohlenstoff gebunden ist, so daß also von den zwei Verwandtschaftseinheiten des Sauerstoffs noch eine, von den drei Verwandtschaftseinheiten des Stickstoffs noch zwei übrig bleiben, die durch andere Elemente gebunden werden können" (178).

Dies war die Erklärung für das Erscheinen der sogenannten progressiven Reihen der Kohlenstoffverbindungen, die Jacob Schiel 1842 bei den Alkoholen erkannt hatte (179). Gerhardt (180) hatte 1845 das Verhalten dieser Reihen untersucht und ihnen den Namen "homologe Reihen" gegeben.

5. Erlenmeyers Eintreten für die Strukturchemie und seine Auseinandersetzung mit Hermann Kolbe.

Kekulé's Postulat der Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und der Verbindungsfähigkeit der Kohlenstoffatome untereinander (181) sowie Butlerows Aussage, daß die Verknüpfungsweise der Atome für die Natur eines Moleküls von ausschlaggebender Bedeutung sei (182), begründeten die Strukturchemie.

Erlenmeyer nutzte als Wegbereiter und Vorkämpfer für dieses neue Denkmodell jede Gelegenheit, diese Erkenntnisse darzulegen, zu erläutern und zu verteidigen. So fügte er seiner Rede vor der Königlichen Akademie der Wissenschaften vom 25. Juli 1871 über "Die Aufgabe des chemischen Unterrichts gegenüber den Anforderungen der Wissenschaft und Technik" (183) eine bemerkenswerte, $7\frac{1}{2}$ seitige, kleingedruckte Fußnote an, die fast ebenso lang ist wie die Rede selbst und zeigte darin die Besonderheiten der damals modernen Anschauungen im Vergleich zu Hermann Kolbes theoretischer Überzeugung auf.

Den unmittelbaren Anlaß zu dieser ausführlichen Fußnote bildete Kolbes Aufsatz "Über die Structurformeln und die Lehre von der Bindung der Atome" (184), zu dem Erlenmeyer äußerte:

"Da Kolbe in diesem Aufsatze, wenn auch nur mittelbar, meine Anschauungen über die chemische Constitution kritisiert, so finde ich mich veranlasst, das Verhältniss, in welchem seine Anschauungen zu den meinigen stehen und in erster Linie deren Entwicklungsgeschichte einer kurzen Besprechung zu unterwerfen" (185).

Für Erlenmeyer bedeutete der Aufsatz Kolbes eine Herausforderung. Er nahm sie an und schuf mit seiner Erwiderung eine präzise Darstellung der damals modernen Ideen. Erlenmeyer wollte nicht nur die Betrachtungsweisen gegenüberstellen, sondern er hoffte Kolbe von der größeren Stichhaltigkeit seiner eigenen Argumente

überzeugen zu können ebenso wie andere Chemiker, die sich den strukturechemischen Betrachtungen noch nicht angeschlossen hatten. Erlenmeyer hatte sich wiederholt mit Kolbes Ansichten befaßt und sich 1863 in einer "Vorläufigen Notiz über das Verhältniss der Kolbe'schen Betrachtungsweise zu der sog. Typentheorie" (186) ausführlich dazu geäußert. Er hielt es damals für

"pflichtmässig", die "Kolbe'sche Betrachtungsweise einmal so weit zu erläutern, dass sie von den Anhängern der Gerhardt'schen Typentheorie richtig verstanden wird",

von denen sich Kolbe mit Nachdruck distanzierte, und er sprach Kolbes Ansichten eine überaus große Anerkennung aus mit den Worten:

"Wenn Kolbe die Resultate aus den Betrachtungen über Aequivalent, Atom und Molekül, welche ich in dieser Zeitschrift VI, S.65, 97 u. 609 angestellt habe (187), als im Princip richtig anerkennt und bei seiner Betrachtungsweise in Anwendung bringt, so wird ein jeder Typiker zugestehen müssen, dass die Kolbe'sche Betrachtungsweise eine höhere Stufe in der Entwicklung unserer Wissenschaft einnimmt, als die Gerhardt'sche, selbst die erweiterte Typentheorie, ja man kann sogar behaupten, dass dann die Kolbe'sche Betrachtungsweise die h ö c h s t e Stufe einnimmt, welche uns nach unseren heutigen Kenntnissen zu erreichen möglich ist" (188).

Insofern stand Erlenmeyer 1863 Kolbes Auffassung sehr nahe und baute auf ihr auf. Kolbe erfüllte jedoch die geforderte Voraussetzung nicht. Damit entfernten sich Erlenmeyers Ansichten von Kolbes wissenschaftlichem Standpunkt und entwickelten sich unter Einbeziehung von Kekulé's und Butlerows Theorien weiter. Diese Fortentwicklung wird aus den beiden hervorgehobenen Arbeiten Erlenmeyers von 1863 und 1871 deutlich.

Kolbe blieb bei der Betrachtung der Radikale stehen, ohne auf den Zusammenhang der Elemente untereinander einzugehen, die die Radikale zusammensetzen. Analog zu Berzelius betrachtete er bis zuletzt die zusammengesetzten Radikale

"als in sich fester zusammenhängende Atomgruppen, als Individuen gleicher Art wie die Elementaratome" (189).

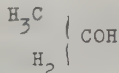
Er erklärte es sogar für einen "Irrweg", die Erforschung des Molekülbaues bis hin zur Bindungsweise der Elemente anzustreben. So verneinte er auch die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung und betonte:

"Wem das Methyl des Aethylalkohols als wirklich existirendes Substitut von 1 At. Wasserstoff gilt, der muss, meine ich, mit mir weiter daraus folgern, dass nicht der Kohlenstoff dieses Methyls direct an dem anderen Kohlenstoffatom des Aethylalkohols hängt; sondern dass die Methylgruppe als einheitliches Ganzes (natürlich in Folge ihrer Zusammensetzung einwerthig) mit dem Hauptkohlenstoffatom des Alkohols eben so verbunden zu denken ist, wie das einfache Wasserstoffatom, dessen Stelle es vertritt" (190).

Dies entspricht seiner Aussage von 1869:

"Nichts berechtigt uns zu der Annahme, dass es nur mit seinem Kohlenstoffatom an den andern Kohlenstoff gebunden sei, und dass seine 3 Wasserstoffatome dabei so zu sagen nebenher laufen" (191).

Dementsprechend schrieb Kolbe den Äthylalkohol als methylierten Methylalkohol



im Gegensatz zu Erlenmeyers Formel



Erlenmeyer beschrieb die Alkohole als typusunabhängige Verbindungen von Alkylgruppen mit dem Radikal OH, während Kolbe die Alkohole als Alkylsubstitutionsprodukte des Methylalkohols auffaßte. Der Methylalkohol fungierte dabei als Typus aller Alkohole. Während also Kolbe annahm, das Methyl sei fähig, als Ganzes 1 Atom Wasserstoff zu substituieren, betonte Erlenmeyer als Vertreter der Strukturchemie, das Methyl habe die Fähigkeit, gerade durch diese eine, noch ungesättigte Verwandtschaft des Kohlenstoffatoms, sich an ein anderes Kohlenstoffatom zu binden. Erlenmeyer drang nun regelrecht in Kolbe, um ihn von der direkten Kohlenstoff-Kohlenstoff-Verknüpfung zu überzeugen. Er bot seine ganze Kraft auf, um Kolbe zu beweisen, daß auch ihm das

"Methyl des Aethylalkohols als w i r k l i c h
e x i s t i r e n d e s Substituens von 1 At. Wasserstoff"

gelte, daß auch für ihn

"die Methylgruppe als einheitliches Ganze (natürlich in Folge ihrer Zusammensetzung einwerthig) mit dem H a u p t -
k o h l e n s t o f f a t o m d e s A l k o h o l s
eben so verbunden zu denken sei, wie das einfache Wasserstoffatom, dessen Stelle sie vertritt"

daß er aber weiter folgere:

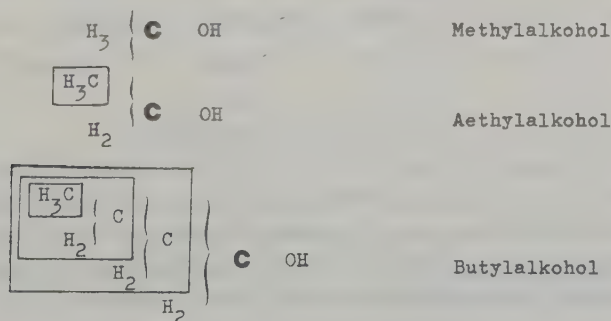
"Nicht allein obgleich, sondern weil dies so ist, m u s s
der Kohlenstoff dieses Methyls direct an dem andern
Kohlenstoffatom des Aethylalkohols hängen" (192).

Indem Erlenmeyer diesen Schlüsselsatz der Strukturchemie lediglich als eine Weiterentwicklung darstellte, hoffte er offenbar, Kolbe leichter zu überzeugen, als wenn er von einer neuartigen Erkenntnis geschrieben hätte. Erlenmeyer gab ihm eine bewundernswert klare, bildlich leicht vorstellbare Beschreibung von der Ursache der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung, der Einwertigkeit

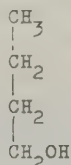
des Methylradikals, die ja auch Kolbe zugab. Erlenmeyer erklärte, wie die Annahme, die Wertigkeit der zusammengesetzten Radikale ergebe sich aus der Wertigkeit der Elemente, notwendigerweise zu Schlüssen über die Art des Zusammenhanges der Atome in den Molekülen führen müsse: Von den 4 Wertigkeiten des Kohlenstoffs seien nur 3 durch Wasserstoff gesättigt, während die vierte frei sei zur Bindung an ein anderes Kohlenstoffatom, von dessen 4 Wertigkeiten 2 durch 2 Wasserstoffatome und eine durch Hydroxyl gesättigt sei.

Erlenmeyers logische Darstellung der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Verknüpfung sollte eigentlich keinem Widerspruch Raum geben können, aber Kolbes Anschauungen zeigten noch einen anderen Aspekt. Er betrachtete nämlich die Kohlenstoffatome der substituierenden Radikale als rangniedriger im Vergleich zu den substituierten Gruppen und brachte dieses Verhältnis so zum Ausdruck:

"Um diese Einschachtelungen von Methyl an Stelle von Wasserstoff, und zugleich den verschiedenen Rang der einzelnen Glieder im Aethylalkohol, Propylalkohol und Butylalkohol symbolisch auszudrücken, wähle ich beispielsweise folgende Formeln, in denen der Rang der einzelnen Größen durch die Umrahmung, wie auch durch verschiedene Grösse der Schrift bezeichnet ist" (193):

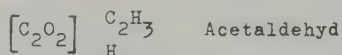


Seine Überzeugung von der Verschiedenrangigkeit der Kohlenstoffatome begründete Kolbe mit der Tatsache, daß beim Austausch von Methyl gegen Wasserstoff im Äthylalkohol immer noch ein Körper mit Alkoholcharakter, nämlich Methanol übrigbleibe, die beiden Kohlenstoffatome im Äthanol also verschiedene Bedeutung haben müßten. Nicht das Vorhandensein der OH-Gruppe bewirke also die alkoholische Reaktion, sondern das Vorhandensein des ursprünglichen, des Hauptkohlenstoffatoms, das die OH-Gruppe trägt. Eine kettenförmige Schreibweise war somit nicht möglich. Der Unterschied zu Erlenmeyers Schreibweise derselben Verbindung



bei der alle Kohlenstoffatome gleichberechtigt sind und die Konstitution der Verbindung im ganzen betrachtet wird, liegt also nicht nur im äußeren Erscheinungsbild - hier gerade Verbindungsstriche, dort geschweifte Klammern. Bei Kolbe stand die schematische Ableitung der Formeln im Vordergrund, nicht die Betrachtung der chemischen Angriffspunkte. Für Kolbe gab es ein Stammradikal, nämlich die "wasserfreie Kohlensäure" (C_2O_4) (bei Verwendung der sogenannten kleinen Atomgewichte $\text{C}=6$, $\text{O}=8$), auf die er eine große Anzahl organischer Verbindungen bezog.

z.B. (194)



Das Kohlenstoffatom dieses Stammradikals war das dominierende Kohlenstoffatom, das "Oberhaupt" eines "gut organisirten constitutionellen Staates" (195), dem mehrere näher oder entfernter stehende Radikale untergeordnet waren. Kolbe folgerte, daß ein

mit dem dominierenden Kohlenstoffatom verbundenes Atom sich bei chemischen Reaktionen anders verhalten müsse als ein mit einem untergeordneten Kohlenstoffatom verbundenes.

Erlenmeyer sprach scherzhaft von Kolbes fetten und mageren Kohlenstoffatomen, von untergeordneten, untergeordneteren und untergeordnetsten Radikalen und spottete:

"Wenn die Stearinsäure das Normalalkoholradical $C_{17}H_{35}$ enthält, was wir noch nicht wissen, so würde Kolbe nach seiner Einschachtelungstypographie ... das untergeordnetste Methyl darin so klein schreiben müssen, dass man ein Mikroskop nöthig hätte, um es noch zu sehen" (196).

Diese etwas boshaften Bemerkungen blieben nicht ungerügt. In Victor Meyers (1848-1897) Brief an Erlenmeyer vom 6. Januar 1871 findet sich ein Hinweis zu dieser Anmerkung der "Akademierede":

"Ihre Akademierede mit angehängter Kritik der Kolbeschen Ansichten habe ich mit großem Interesse gelesen, und ich brauche Ihnen nicht erst zu sagen, daß ich mit Ihren Anschauungen bis aufs Kleinste übereinstimme. Da Sie mich zu ganz unumwundener Kritik auffordern, so will ich gestehen, daß einiges Wenige in der Form mir nicht ganz zusagt, so z.B. die Fußnote auf S. 32, namentlich gerade Kolbe gegenüber" (197).

Erlenmeyer griff Kolbes Vergleich des Moleküls mit einem constitutionellen Staat auf und münzte ihn auf die Vorstellungen der Strukturchemie um:

"Die Constitution einer chemischen Verbindung ist wie die eines gut organisirten Staates gerade dadurch charakterisirt, dass sich alle Glieder in denselben in einer gegenseitigen Abhängigkeit befinden, dass nicht die untergeordneten nur abhängig sind von übergeordneten und diese und jene in letzter Linie von dem Oberhaupt. In

einem chemisch-constitutionellen Staat hat jedes Elementaratom Sitz und Stimme, wenn die chemischen Schicksale des Staates in Frage kommen; jedes gemeinwesentliche Radical bringt seine berechtigten Eigentümlichkeiten zur Geltung, indem es die seiner topographischen Lage sowie der Natur und den Sitten und Gebräuchen seiner Einwohner entsprechende Funktion ausübt" (198).

Alle Versuche, Kolbe zu überzeugen, waren vergeblich. Fisher (199) analysierte zutreffend die Stellung Kolbes innerhalb der Entwicklung der organischen Chemie des letzten Jahrhunderts. Den Grund für Kolbes Beharren auf dem Radikal, seine feste Überzeugung, daß dieses als Einheit reagiere, sieht er in Kolbes Ausbildung - Kolbe hatte bei Wöhler studiert bevor er Assistent Bunsens in Marburg wurde - und er hält ihn deshalb für zu sehr befangen in dem System von Berzelius und der Radikaltheorie. Das unnachgiebige Festhalten am Radikal stand bei Kolbe der weiterführenden Entwicklung, der Auflösung des Radikals bis zu den Atomen, als größtes Hindernis entgegen.

Die Chemie der 50er Jahre des 19. Jahrhunderts sieht Fisher folgerichtig in zwei geistige Richtungen gespalten, in die Typentheorie und in die Radikaltheorie (200). Beide ließen jedoch soviel gedanklichen Spielraum für die jeweiligen Anhänger, daß es letztlich so viele chemische Theorien wie Theoretiker unter den Chemikern gab. Die beiden Pole bildeten Gerhardt, dem es primär um die übersichtliche Einteilung der Verbindungen ging, und Kolbe, der Berzelius auf der Suche nach der wahren Konstitution gefolgt war, - soweit Fishers Analyse. Interessanterweise wurde Kolbe dennoch mit der Typentheorie in Verbindung gebracht. Er selbst wehrte sich aber ausdrücklich dagegen:

"Ich finde hie und da die Meinung ausgesprochen, ich habe

die Principien der Typentheorie ebenfalls adoptirt gehabt. Dieser Irrthum ist vielleicht dadurch entstanden, dass ich von den vier Typen jener Typentheorie den *e i n e n*, nämlich das Ammoniak als *r e a l e n* Typus anerkannt oder vielmehr noch früher, ehe Gerhardt seine Theorie aufstellte, nach Hofmann und auf Grund seiner Entdeckungen als die typische Grundlage aller organischer Ammoniak-*e* angesehen habe" (201).

Kolbes Verhältnis zur Typentheorie wird auch durch seine folgende Aussage beleuchtet:

"Abgesehen davon, dass ich ausser dem Typus Kohlensäure noch zahlreiche andere, z.B. den Typus C_2O_2 , S_2O_4 , S_2O_6 u.a.m. annehme, so herrscht auch an und für sich zwischen meinen Typen und denen der Typentheorie eine Grundverschiedenheit, und diese besteht eben darin, dass meine Typen *r e a l e*, die der Typentheorie aber formale Repräsentanten der organischen Verbindungen sind. Ein im Sinne der Typentheorie auf den Typus Wasser zu beziehender Körper braucht weder Wasserstoff noch Sauerstoff, also keinen einzigen Bestandtheil der typischen Verbindung zu enthalten..." (202).

Der Typentheorie Gerhardts war er ohne Zweifel nicht gefolgt und hatte ihr sogar jeden wissenschaftlichen Wert abgesprochen. So hatte er bereits 1854 in seinem Lehrbuch geäußert:

"Denn es gehört wenig Erfahrung dazu, um zu begreifen, dass die Natur sich nicht darauf beschränkt, nur Variationen auf die vier Thema: Wasser, Wasserstoff, Chlorwasserstoff und Ammoniak zu machen" (203).

Diese Überzeugung hatte Kolbe 1860 in seiner Erwiderung auf Kekulé's Abhandlung "Ueber die s.g. gepaarten Verbindungen und die Theorie der mehratomigen Radicale" (204) wiederholt:

"Wie wahr es ist, was ich früher bemerkt, daß die Natur sich nicht darauf beschränke, nur Variationen auf vier Thema (jene Typen) zu machen, geht zur Genüge schon aus den unnatürlichen Anstrengungen hervor, zu denen die Nachahmer Gerhardts sich gedrängt sehen, um das System aufrecht zu erhalten.

Man hat erkannt, dass jene vier Typen nicht ausreichen, um die große Anzahl organischer Verbindungen von den heterogensten Eigenschaften und der verschiedenartigsten Zusammensetzung von ihnen allein zu deriviren, und hat deshalb abgeleitete und sogar gemischte Typen erfunden, durch deren Handhabung die Chemie zu einem leeren Formelspiel geworden ist" (205).

Während Gerhardts Typenformeln nur die Entstehung einer Verbindung aus einer anderen verdeutlichen sollten, und somit mehrere Formeln für einen einzigen Körper möglich waren, wollte Kolbe den Bau des Moleküls aus den Radikalen beschreiben, wobei nur eine einzige Formel für jede Verbindung möglich war, und er sich jeweils Rechenschaft über die Angriffsstellen der Verwandtschaftskräfte gab. Die Gerhardt'schen Typen waren kohlenstofffreie Verbindungen. Bei Kolbe war der Kohlenstoff, bzw. das Stammradikal "wasserfreie Kohlensäure" der Grundpfeiler. Durch die Abkehr Erlenmeyers, Butlerows und im Laufe der Zeit anderer Chemiker von der weitergeführten Gerhardt'schen Typentheorie fühlte sich Kolbe in seiner Ansicht bestätigt und prophezeite, daß auch die Strukturchemie in Kürze als Irrtum erkannt würde. So schrieb er an Volhard:

"Als ich im Anfange der 60iger Jahre in ähnlicher Weise, wie jetzt den Struktur- und Bindungsschwindel, die Typentheorie und ihre fanatischen Anhänger bekämpfte, wurde mir auch von vielen Seiten gesagt, ich kämpfte gegen Windmühlen und werde keinen Erfolg haben. Glauben Sie mir, in 10 Jahren wird sich

in unserer Wissenschaft auch ein Umschwung der Ansichten vollziehen, wozu mitgewirkt zu haben ich mit zur Ehre anrechnen werde" (206).

So übte Kolbe wiederholt schonungslos Kritik an der Strukturchemie und ihren Vertretern und sprach abfällig von einem "Strukturformeltraum", von "naiven Auffassungen" (207) der Strukturchemiker und schrieb:

"Es ist hohe Zeit, dass die moderne Chemie auf der schiefen Ebene, auf welche sie durch den Wahn, man könne die Struktur der chemischen Verbindungen und die Lagerung der Atome erforschen, gerathen ist, inne hält, und dass man zu verneinen aufhört, die Anwendung der Atomigkeitslehre genüge, damit die Constitution der chemischen Verbindungen zu ergründen" (208).

"Ich vermag über die Art und Weise, wie die elementaren Atome in einem Molekül sich gegenseitig binden, mir keine Vorstellung zu machen, noch werden die Chemiker überhaupt jemals eine davon gewinnen" (209)

und wiederholte seine Überzeugung von 1854 (210):

"Wir werden allerdings durch unsere Forschungen über die chemische Constitution der Körper niemals eine klare Anschauung von der Art und Weise gewinnen, wie die einzelnen Atome gegen einander gelagert sind" (211).

Diese Ansicht fand Zustimmung bei Edward Frankland, der Kolbe in einem Brief vom 3. Dezember 1871 beipflichtete:

"... but I entirely agree with you that we shall probably never obtain eine klare Anschauung von der Art u. Weise wie die einzelnen Atome gegen einander gelagert sind, because probably no such things as atoms exist" (212).

Im selben Brief, in dem auch Erlenmeyer nicht ungeschoren blieb, schrieb Frankland weiter:

"I confess to being much struck by the definitions of 'chemical constitution' given by different chemists which you quote at page 21 (213). In my opinion the definitions of Gerhardt, Kekulé, Heintz, Gorup-Besanez and Erlenmeyer, render their authors quite worthy your severest criticism. I certainly had no notation that such absurd ideas about constitution prevailed in Germany" (214).

Wenn Erlenmeyer Kolbes Aufsatz "Über die Structurformeln und die Lehre von der Bindung der Atome" (215) zum Anlaß für seine ausführlichen Anmerkungen zur "Akademierede" nahm, so waren diese Anmerkungen ihrerseits Anlaß für eine Fußnote Kolbes auf Seite 21 seiner Abhandlung "Moden der modernen Chemie" (216), die in Kolbes "Journal für praktische Chemie" erschien und im selben Jahr als Separatabdruck in Form eines Büchleins herausgegeben wurde.

Auch hierfür findet sich in einem Brief Victor Meyers an Erlenmeyer ein Hinweis:

"Vorgestern besuchte ich in Leipzig Kolbe, der mir eine Schrift: 'Moden der modernen Chemie' dedizierte; haben Sie dieselbe schon gelesen? Sie bekommen darin auch in einer Fußnote einen Seitenhieb (S.21)(216), der mich neugierig macht, das Motiv desselben, Ihre Rede über die Aufgabe des chemischen Unterrichtes mit den beigefügten '7¹/₂ Seiten langen' Anmerkungen, wie sie Kolbe bezeichnet, zu lesen" (217).

Wie wenig Kolbe von den damals modernen Anschauungen hielt, wie vernichtend sein Urteil über die Strukturchemie und ihre Vertreter, speziell Erlenmeyer war, zeigen seine Briefe an Volhard vom 2. Juli 1874 (218) und vom 16. Dezember 1874 mit einer Fortsetzung vom 15. April 1875 (219). Er hielt sich auch mit persönlichen Angriffen nicht zurück:

"Er (Anmerkung: Erlenmeyer) ist als Theoretiker Phantast und gleitet mehr und mehr in die Bahnen der alten Naturphilosophie, die auch ohne festen Boden ins Blaue hinein speculirte. Freilich steht er in dieser Hinsicht nicht allein. Kekulé und andere machen ihm das Terrain streitig. Ueberhaupt läuft die moderne Chemie auf sehr abschüssiger Bahn einem glänzenden Fiasko entgegen. Denken Sie an mich, in 10 Jahren wollen die heutigen fanatischen Strukturchemiker nie von Struktur gesprochen haben. Es wiederholt sich die an Gerhardt's Typentheorie gemachte Erfahrung" (218).

Damit sollte Kolbe jedoch nicht Recht behalten. Kolbes anhaltende Kritik übte einen sehr positiven Einfluß auf die Strukturchemiker aus, denn sie wurden dadurch gezwungen, ihre Anschauungen exakt zu definieren und am "Prüfstein Kolbe" zu erproben. Was Erlenmeyer befähigte, zu einem Wegbereiter der modernen Anschauungen zu werden, war nicht nur seine kämpferische Natur (er wollte "mit Energie die alten Bäume ausreißen" (220)), sondern auch seine Einstellung zu den Autoritäten und zur Kritik (221). Aus verschiedenen Äußerungen ist dies zu entnehmen:

"Es wäre schlimm um den Fortschritt unserer Wissenschaft bestellt, wenn wir Alles ohne weitere Prüfung für richtig halten sollten, was die alten Classiker gesagt haben" (222).

Auch sich selbst bezog er in die Kritik mit ein. So schrieb er 1872 an seinen Kollegen, Professor Buchner:

"Ich gebe Ihnen keine besondere Meinungsäußerung ... , weil Sie die Absicht haben Ihrer Meinung durch die Autorität, die Sie meinem Namen ... eine Stütze zu verschaffen, ich aber ein entschiedener Feind aller Autoritätswirkungen bin. Unfehlbar ist kein Mensch ein Professor der Chemie ebenso

wenig wie der Pabst, aber nur die Unfehlbarkeit kann auf wahre Autorität Anspruch machen ergo ist die Autorität meines Namens ein ebenso großer Schwindel, wie die Unfehlbarkeit des Pabstes. Sie werden mit beiden nur Unheil stiften" (223).

und 1874 an Heinrich Hlasiwetz (1825-1875):

"Nur kein Dogma in der Wissenschaft und kein Glauben an Autoritäten. Auch das finden wir in der Geschichte, je mehr die Autorität eines Gelehrten gewachsen war, umso leichter machte er Fehler" (224).

Ganz anders dachte Kolbe, der auf dem wissenschaftlichen Standpunkt von Berzelius stehengeblieben war und sich als dessen Sachwalter fühlte. In seinen theoretischen Betrachtungen hob er immer wieder hervor, daß die Erkenntnisse auf dem Gebiet der anorganischen Chemie als Leitfaden für die Beurteilung chemischer Vorgänge in der organischen Chemie dienen sollten, daß die organischen Verbindungen Abkömmlinge der anorganischen auf Grund von Substitutionsprozessen seien, so z.B. Alkohole, Carbonsäuren, Ketone, Aldehyde als die der Kohlensäure, Amine als die des Ammoniaks.

Kolbe hielt die Radikaltheorie für das "sicherste Fundament des heutigen Lehrgebäudes der Chemie" und wollte "an dem, was sich bewährt hat, so lange festhalten, bis sich etwas Besseres an die Stelle setzen lässt". Neue Hypothesen sollten aber erst mit "Vorsicht und strenger Kritik" geprüft werden (225).

"Die Geschichte der Chemie lehrt, dass man mit der Speculation über die Constitution der organischen Verbindungen jedesmal auf Abwege gerathen ist, wenn man den von Berzelius aufgestellten Grundsatz unbeachtet gelassen hat, dass die Erfahrungen, welche wir über die Verbindungsweise der Grundstoffe in der anorganischen Chemie machen, der Leit-

faden sein muss mit welchem wir zu richtigen und untereinander übereinstimmenden Vorstellungen von der Zusammensetzungsweise der organischen Verbindungen gelangen" (226).

6. Die Bindungskräfte zwischen den Atomen.

a) Erweiterung der Atomtheorie Daltons.

Über die Natur der Kräfte, die die Vereinigung der Atome hervorrufen, gab es seit Berzelius kaum Hypothesen. Die Typentheorie versuchte nicht, Klarheit darüber zu erhalten, durch welche Kräfte die Radikale selbst zusammengehalten wurden. Erst die Vertreter der neueren Richtung begannen - nachdem die Affinitätseinheiten als Kräfte des Zusammenhalts erkannt worden waren - diese genauer zu betrachten.

Butlerow:

"... ich werde aber kaum irren, wenn ich sage, dass die Zeit gekommen ist, wo die Gerhardt'sche Betrachtungsweise dem Begriffe der Atomigkeit den Platz räumen muss ...
... so wird die Annahme dieser Typen beinahe überflüssig; der Begriff aber von dieser Verwandtschaftsmenge oder Atomigkeit selbst wird desto wichtiger ..." (227).

Erlenmeyer, der die Kräfte des Zusammenhalts zwischen den Atomen sogar im Formelbild ausdrückte, mußte sich über diese Bindungskräfte Klarheit verschaffen. Aber nicht die Formelschreibweise galt Erlenmeyer zunächst als das wichtigste, sondern der Ausbau der Theorie Daltons, nämlich die Erklärung und Präzisierung des Gesetzes der multiplen Proportionen. Diesen Ausbau sah Erlenmeyer als Grundlage für die Entwicklung der Chemie der damals neuen theoretischen Richtung und damit als fundamental für die Strukturchemie an.

Bereits 1862 gipfelte seine Kritik an Erdmanns Schrift "Ueber das Studium der Chemie" (228) in der Feststellung, daß Daltons Atomtheorie für die Erklärung bekannter chemischer Tatsachen noch vervollkommenet werden müsse, und er erläuterte die Erweiterung von Daltons Atomtheorie:

Dalton habe die Ursache für die Regelmäßigkeit der Zusammensetzung chemischer Verbindungen aus konstanten Gewichtsmengen der Elemente erklärt, indem er annahm, die Elemente bestünden aus kleinsten, nicht weiter teilbaren Teilchen mit unveränderlichem Gewicht, den Atomen. In chemischen Verbindungen lagerten sich die Atome aneinander, deshalb müßten "die Gewichtsmengen der verbundenen Elemente ebenso constant sein wie die Gewichte ihrer Atome". Dies besage das Gesetz der konstanten Proportionen. Die weitere Regelmäßigkeit, daß sich bei Elementen, die sich in verschiedenen Verhältnissen verbinden können, die höheren Verhältnisse immer einfache Multiple der einfachsten sind, werde durch Daltons Atomtheorie nicht erklärt. Erlenmeyer hob dies immer wieder hervor:

"Der Ausdruck dieser weiteren Regelmässigkeit wurde nun durch ein unerklärliches Versehen der atomistischen Theorie angehängt, und diese Combination von einem Gesetz mit einer Theorie als E r k l ä r u n g , sowohl der constanten als auch der multiplen Proportionen angesehen" (229).

Doch das Gesetz der multiplen Proportionen habe noch gar keine Erklärung gefunden. Die Erklärung liefere erst die Erweiterung der Atomtheorie.

Um diese bemühte sich die neuere Richtung der Chemie, und vor allem Erlenmeyer selbst. Da sich nur manche Elementaratome in verschiedenen Verhältnissen verbinden können, und diese Verhältnisse auch jeweils von den anderen Verbindungspartnern abhängig sind, ergab es sich mit Erlenmeyers Worten von selbst

"dass für ein jedes Element oder wenigstens für bestimmte Gruppen von Elementen besondere Gesetze existiren müssen. Das Streben der Chemiker geht desshalb dahin, diese Gesetze aufzusuchen, indem sie für ein jedes Element die möglichen multiplen Proportionen zu ermitteln sich bemühen" (230).

Nach der ausführlichen Begründung für die Notwendigkeit, Daltons Atomtheorie auszubauen, ging Erlenmeyer auf die wesentlichen Punkte dieser Erweiterung ein:

"Nach der atomistischen Theorie besitzen, um es kurz auszudrücken, alle Atome ein unveränderliches Gewicht. Wenn wir nun noch weiter die Annahme machen,

1) dass in einem jeden Atom auch gleichzeitig eine unveränderliche Anzahl von Affinitäten enthalten ist,

(G. C. Foster)

2) dass nicht allein die Affinitäten ungleichartiger, sondern auch diejenigen gleichartiger Atome mit einander in Verbindung treten können, (Kekulé)

so lässt sich damit die Gesetzmässigkeit der multiplen Verbindungsverhältnisse aller Körper erklären" (231).

Eine unumschränkte Anerkennung seiner Bemühungen um die chemische Theorie erfuhr Erlenmeyer durch George Carey Foster (1835-1919). In Fosters Aussage wird der außerordentliche Einfluß Erlenmeyers auf seine Kollegen deutlich. Aus einem Brief Fosters zitierte Erlenmeyer in einem Schreiben an Butlerow vom 4. Mai 1862:

"Ich erkläre Ihnen, dass Sie die fundamentalen Differenzpunkte zwischen der alten und neuen Schule klarer und bestimmter auseinandergesetzt haben, als dies von irgend einem anderen jemals geschehen ist und ich versichere Sie, dass ich mir in meinen eigenen Ideen um Vieles klarer geworden bin, seitdem ich Ihre Theorie gelesen habe" (232).

Aber Kekulés Zustimmung fand Erlenmeyers Kritik zu Erdmanns Kapitel IX "Die Theorie" der Schrift "Ueber das Studium der Chemie" nicht. So heißt es in einem Brief Kekulés an Erlenmeyer vom 4. Januar 1862:

"Ihre sogenannte Kritik des Erdmann'schen Kapitels Theorie habe ich erhalten (- besten Dank! -) und gelesen, ...

Die Sache ist genau so geschrieben, als seien Sie - Erlenmeyer - der Urheber einer modifizierten Atomtheorie und als hätten dann später andere Leute einzelne kleine Details beigelegt" (233).

Nach Anschütz (233) soll sich sogar eine Verstimmung mit Kekulé entwickelt haben, weil Erlenmeyer die Annahme von der Konstanz der Atomigkeit Foster und nicht Kekulé zugeschrieben hatte. Belegen läßt sich dies aber weder in der Literatur noch im Briefwechsel.

Auch noch an anderer Stelle wurde die erste Annahme von der Konstanz der Atomigkeit Foster zugeschrieben. Butlerow hatte 1861 in seinem Vortrag "Einiges über die chemische Structur der Körper" gesagt:

"Es ist schon vor Kurzem die Meinung ausgesprochen worden, dass die Atomigkeit eine bestimmte und unveränderliche Eigenschaft der Elemente ist, welche bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft als Grundlage einer allgemeinen Theorie dienen kann und von der Atomigkeit ausgehend, scheint es in der That nicht unmöglich, ziemlich weit in unseren chemischen Speculationen zu gehen" (234).

In der Fußnote des Abdruckes dieser Rede in der "Zeitschrift für Chemie" ist auf Fosters Anmerkung in "Répertoire de Chimie pure", 1861 Seite 273 verwiesen. Ob diese Fußnote nun von Erlenmeyer als Redakteur dazugesetzt wurde, wie Anschütz (235) behauptet, oder von Butlerow selbst, läßt sich nicht eindeutig feststellen. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß sie von Butlerow stammt, denn das übliche "E." für Erlenmeyer bei "Anmerkungen des Redakteurs" fehlt, außerdem hat Butlerow Fosters Worte fast wörtlich wiederholt.

Die Anmerkung Fosters (236), die Erlenmeyer bewog anzunehmen, Foster habe als erster die Annahme von der Konstanz der Atomigkeit gemacht, lautet in der Übersetzung von Anschütz:

"Die Idee, daß die Atomigkeit oder Verbindungsfähigkeit eine ebenso bestimmte und unveränderte Eigenschaft der Atome ist, kann bei dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft allein als Grundlage für eine allgemeine Theorie der chemischen Verbindungen dienen" (237).

Foster lehnte nun selbst das ihm zugeschriebene Verdienst, die Konstanz der Atomigkeit in die Wissenschaft eingeführt zu haben, in einem Brief an Kekulé vom 12. Februar 1862 ab:

"What do you think of Erlenmeyer's critique of Erdmann's Theorie? I think it is the best statement I have seen of the essential questions at issue between the old and new schools. It was very insane of him, all the same, to mention my name in it" (238).

Die von Foster in seiner Anmerkung ausgesprochene Ansicht ist also wohl doch auf Kekulé zurückzuführen.

Erlenmeyer beschäftigte sich 1863 ein weiteres Mal ausführlich mit der Notwendigkeit, die Atomtheorie Daltons zu erweitern und das Gesetz der multiplen Proportionen zu erklären (239), denn ohne Präzisierung könnte das Gesetz der multiplen Proportionen auch so verstanden werden:

"1 Atom eines bestimmten Elements kann dann sowohl 1 Atom, als 47, als 201 oder jede beliebige Anzahl von Atomen eines zweiten Elements anziehen und sich damit verbinden" (240).

Da dies jedoch nicht den Tatsachen entspricht, forderte Erlenmeyer noch einmal:

"... so muss unbedingt einem Atom von unveränderlichem Gewicht und Volum auch eine unveränderliche Anziehungsfähigkeit zugeschrieben werden" (240).

Die Erweiterung der von Dalton aufgestellten atomistischen Theorie

"ergänzt den Atombegriff von Dalton durch die Annahme einer bestimmten und begrenzten Anziehungsmöglichkeit, und macht dadurch erklärlich, warum sich die Elemente nicht in allen durch Zahlen ausdrückbaren Verhältnissen, sondern nur in einer beschränkten Anzahl von Proportionen chemisch zu verbinden im Stande sind" (241).

Dies stellte Erlenmeyer als die Erklärung für das Gesetz der multiplen Proportionen und die Vervollkommnung des Dalton'schen Atombegriffes immer wieder heraus. Das Gesetz der konstanten Atomgewichte hatte somit seine Ergänzung durch das Gesetz der konstanten Affinitäten gefunden. In dieser Klarheit und Eindringlichkeit formulierte zuerst Erlenmeyer die Bedeutung der Atomtheorie Daltons und ihrer Weiterentwicklung für die moderne Strukturchemie.

Der positive Einfluß, den solche theoretischen Betrachtungen auf seine Zeitgenossen hatten, zeigt ein Brief Volhards an Erlenmeyer:

"Ihre Abhandlung über die chemische Theorie hat mir sehr gut gefallen. Ich bedauerte sehr dieselbe nicht vor Abfassung des beiliegenden Artikels gelesen zu haben; ich würde die klare und einfache Beziehung der sogen. Theorie der mehraffinen Elemente zum Gesetz der multiplen Proportionen sonst sicherlich mit mehr Deutlichkeit hervorgehoben haben als ich that. Erst durch die Vorbereitung für diesen Artikel habe ich mich überhaupt in die neueste Geschichte der Chemie hineingelebt und sind mir während der Arbeit fortwährend neue Talglichter aufgegangen. Es bedarf einer gewissen Verdauungszeit um die zur Vorstellung nöthige Sinnesklarheit zu erlangen" (242).

1864 erschien in den "Comptes rendus" ein Artikel Kekulé mit dem Titel "Sur l'atomicité des éléments" (243). In der Übersetzung übernahm Erlenmeyer diese Abhandlung in seine "Zeit-

schrift für Chemie" (243), versäumte es aber nicht, durch diverse Anmerkungen, Ausrufungs- und Fragezeichen deutlich zu zeigen, daß er mit Kekulé's Ausführungen nicht einverstanden war. Kekulé hatte zunächst festgestellt, daß er wohl derjenige sei, der den Begriff der Atomigkeit der Elemente zur Erklärung der multiplen Proportionen in die Chemie eingeführt habe, da die Atomtheorie Daltons nur in unvollkommener Weise Aufschluß über die Frage gebe:

"warum die Atome der verschiedenen Elemente sich in gewissen Verhältnissen lieber verbinden als in anderen. Ich glaubte das Ganze dieser Thatsachen durch das, was ich die Atomigkeit der Elemente nannte, erklären zu können. Die Theorie der Atomigkeit ist also eine Modification, welche ich glaubte, der Theorie Daltons hinzufügen zu können, und man sieht so ein, dass nach meiner Anschauungsweise die Atomicität eine Fundamentealeigenschaft des Atoms ist, welche ebenso constant und unveränderlich ist als das Atomgewicht selbst" (244).

Erlenmeyers Fußnote verweist hier wieder auf Fosters Anmerkung (245). Er war nach wie vor davon überzeugt, daß nicht Kekulé sondern Foster als erster die Annahme von der Konstanz der Atomigkeit gemacht habe. Der Inhalt von Fosters Schreiben an Kekulé vom 12. Februar 1862 (246) nach welchem Foster auf diesen Prioritätsanspruch gänzlich verzichtete, war Erlenmeyer unbekannt. In einer weiteren Fußnote verwies Erlenmeyer bezüglich der "Geschichte", also der gedanklichen Entwicklung der theoretischen Ansichten auf den 1. Band von Kekulé's Lehrbuch der organischen Chemie (247) und forderte zu einem Vergleich mit seiner eigenen Abhandlung "Kritik zu Erdmanns Schrift" "Ueber das Studium der Chemie" Teil IX "Die Theorie" (248) auf. Im Abschnitt "Betrachtungen über Atom und Molecül" hatte Kekulé in seinem Lehrbuch geschrieben:

"Die früher oft discutirte Frage, ... ob die Materie den Raum stetig erfülle oder ob sie aus voneinander abstehenden Theilchen bestehe, ist jetzt ziemlich allgemein zu Gunsten der letzteren Ansicht entschieden. Die atomistische Hypothese gibt von den physikalischen und chemischen Veränderungen der Materie am besten Rechenschaft; sie erklärt unter anderem das Gesetz der constanten und multiplen Verhältnisse..." (247).

Nach Kekulé's damaliger Ansicht war keine Notwendigkeit vorhanden, Daltons Atomtheorie zu erweitern.

Nach den Ausführungen in Erlenmeyers Abhandlung (248) erklärte die atomistische Hypothese Daltons zwar das Gesetz der constanten, jedoch nicht das Gesetz der multiplen Verhältnisse, eine Erweiterung war also zwingend notwendig.

Möglicherweise hatten Erlenmeyer und Kekulé bereits vor dem Erscheinen von Kekulé's Lehrbuch über diese Problematik diskutiert, denn Erlenmeyer hatte Kekulé bei der Korrektur unterstützt (249) und kannte Kekulé's Ansichten. Erlenmeyer mußte sich übergangen fühlen, als Kekulé 1864 die Erweiterung von Daltons Atomtheorie so selbstverständlich als sein alleiniges Verdienst beschrieb ohne Erlenmeyers und Fosters Anteil an seinem Sinneswandel seit dem Erscheinen seines Lehrbuchs zu erwähnen.

b) Vorstellungen über die Natur der Affinitätseinheiten.

Von den vielfältigen Vorstellungen über die Affinitätsphänomene seien nur einige stichpunktartig genannt:

Die Affinitätseinheiten wurden als bestimmte Gewichtsmengen oder davon ausgehende Wirkungen, als Teile des Atoms, als Bewegungsform, als von rotierenden Ätherwirbeln ausgehende Wirkung, als elektrostatische Kräfte, oder als Kombination von mehreren dieser Hypothesen definiert (250).

Kolbe, in der Annahme, daß die organischen Verbindungen denselben Gesetzen folgten, die auch in der anorganischen Chemie galten, vertrat in Anlehnung an Berzelius die elektrochemische Auffassung. Um jedoch die Vertretung des Wasserstoffatoms durch ein Chloratom bei der Reaktion von Essigsäure mit Chlor zu Chloressigsäure erklären zu können (251), war er gezwungen anzunehmen, daß ein und dasselbe Atom verschiedene elektrochemische Zustände annehmen bzw. sich der elektrochemischen Eigenschaften bis zu einem gewissen Grade entledigen könne.

Eine besonders anschauliche Vorstellung entwickelte Alfred Naquet (1834-1916), der sich die Atome mit "hakenförmigen Ansätzen" versehen vorstellte, die bei der Molekülbildung aus zwei oder mehreren Atomen ineinandergriffen (252).

Man rang um die Frage, ob die Wertigkeit eine charakteristische, bestimmte Eigenschaft eines Elementes sei, oder eine wechselnde, von der Natur und Anzahl der benachbarten Atome abhängige.

Der Begriff "Wertigkeit" stammt von Erlenmeyer. 1860 führte er ihn anstelle der Bezeichnung "Atomigkeit" ein, da er diese für irreführend hielt. Besonders im Hinblick auf den Unterricht bemühte er sich um präzise Aussagen. Ohne diese gebe es außerdem für die Gegner der neuen Richtung in der Chemie Anlaß zur Kritik; so enthalte z.B. 1 Atom des Stickstoffs nicht 3 oder 5 Atome, sondern:

"Es soll doch eigentlich damit gesagt werden, dass 1 Atom

Stickstoff 3 (oder 5) Atomen Wasserstoff g l e i c h -
w i r k e n d sei. Da wir also in Wahrheit nur den
Wirkungswert des Stickstoffs etc. im Vergleich mit 1 Atom
Wasserstoff ausdrücken wollen, so sollte man lieber sagen,
wenn man sich besonderer Kürze befleißigen will: 1 Atom
Stickstoff ist dreierwerthig" (253).

In der Folgezeit ließ Erlenmeyer aber auch "Affinität" und
"Atomigkeit" gelten und verwendete die Ausdrücke synonym.
Schließlich wich der Begriff Atomigkeit dem Begriff Wertigkeit.
Die Bedeutung, die Erlenmeyer der Thematik der Bindungskräfte
beimaß, zeigt sich darin, daß er in seiner "Zeitschrift für
Chemie" 1864 eine Reihe von Übersetzungen ausländischer Bei-
träge hierzu unmittelbar nacheinander erscheinen ließ (254).
Auch Erlenmeyer selbst beteiligte sich an der Diskussion durch
mehrere Veröffentlichungen. Die Streitfragen waren, ob die
Atomicität oder Atomigkeit variabel oder eine unveränderliche
Größe sei, wie die Begriffe Atomigkeit und Äquivalenz zu ver-
wenden seien, was man überhaupt unter einem Äquivalent verstehe.
Erlenmeyer definierte:

"Chemische Anziehung der Elemente ist Anziehung zwischen
2 Aequivalenten derselben. Chemische Vereinigung im Allge-
meinen ist directe Verbindung von 1 Aeq. mit 1 Aeq. oder
von einer gewissen Anzahl von Aequivalenten mit einer
gleichgrossen Anzahl anderer Aequivalente" (255).

"Chemische Processe treten in Folge der Unterschiede in
der Affinitätsgrösse, d.h. in Folge verschieden starker
Verwandtschaft der in Wechselwirkung tretenden Elemente zu
einander ein" (256).

Soweit waren sich die Chemiker der neueren Richtung einig. Da
sich aber die Mehrzahl der Elemente nicht nur in einem, sondern
in mehreren Verhältnissen verbinden kann, erhob sich die Frage:
ist ein Äquivalent eine konstante Größe oder eine veränderliche?

Dieser Frage widmete sich Erlenmeyer in mehreren Abhandlungen sehr ausgiebig. Er betrachtete das Äquivalent als eine unveränderliche Gewichtsmenge eines Körpers und nannte Äquivalent, was wir heute mit Äquivalentgewicht oder Äquivalentmasse bezeichnen. Er definierte:

"Ein Aequivalent eines Elements ist die kleinst mögliche Menge desselben, welche an die Stelle von 1 Gewichtstheil Wasserstoff treten oder sich damit verbinden kann" (257).

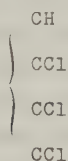
An dieser Stelle verwies Erlenmeyer in einer Fußnote auf seine Rezension von Weltziens "Systematische Zusammenstellung organischer Verbindungen", in der er die gleiche Ansicht vertreten hatte. Er bezeichnete dort mit 1 Äquivalent

"die Gewichtsmenge eines Körpers, welche mit E i n e m Gewichtstheil Wasserstoff in chemischen Verbindungen gleich wirkend ist" oder die "kleinste Gewichtsmenge eines Körpers, welche mit 1 Gewichtstheil Wasserstoff verbunden vorkommt" (258).

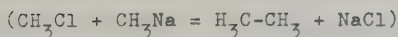
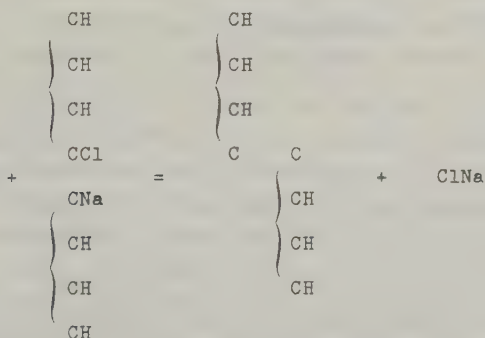
Die Ursache dafür, weshalb sich ein Element nicht nur mit einem, sondern mit mehreren anderen Elementen gleichzeitig verbinden könne und warum sich ein Element mit einem anderen Element nicht nur in einem, sondern in mehreren verschiedenen Verhältnissen binden könne, erklärte er damit, daß ein Element nicht in der Menge von 1 Äquivalent, sondern als ganzer Äquivalentkomplex zur Wirkung komme. Dieser Komplex sei ein unzertrennliches Ganzes, das aus einer für jedes Element bestimmten und konstanten Anzahl von Äquivalenten bestehe. Aus diesem Komplex könnte nun die Gesamtheit der Äquivalente wirksam werden oder nur ein Teil davon. Diesen Feststellungen verlieh Erlenmeyer durch sogenannte Äquivalentformeln Ausdruck, die jedoch keine verbreitete Anwendung fanden. Sie gaben lediglich ein Bild von der Anzahl der Bindungen, die in einer Verbindung zur Wirkung kamen, wobei jedes Äquivalent durch ein Elementsymbol bezeich-

net wurde.

Äquivalentformel für CHCl_3 (259) :



1863 stellte Erlenmeyer eine Reaktionsgleichung und die Kohlenstoff-Kohlenstoff Verknüpfung durch Äquivalentformeln dar (260) :



Man kann annehmen, daß die Frage der "scheinbar wechselnden Atomigkeit gewisser Elemente" heftige Diskussionen hervorgerufen hat. In diesem Zusammenhang versäumte Erlenmeyer es nicht, die Ansichten mancher Chemiker zu kritisieren (261). Gemeint waren vor allem Gerhardt und Kekulé, die annahmen, 1 Äquivalent sei nicht immer eine konstante, sondern bei den Elementen, die sich in mehreren Verhältnissen verbinden können, auch eine veränderliche Menge. Kekulé hatte in seinem Lehrbuch geschrieben:

"Man sieht aus all dem, dass man von äquivalenten Mengen nur für bestimmte Reactionen sprechen kann, bei welchen man die Körper gerade vergleicht; dass nicht ein für allemal

und für alle Reactionen eine bestimmte Menge der einen Substanz einer bestimmten Menge einer andern Substanz Äquivalent ist; dass das Aequivalent also keine sich immer gleich bleibende Menge von Substanz bezeichnet..." (262).

Mißdeutungen seiner Vorstellungen (263) - er hatte, wie er selbst schrieb (264) in privater Unterhaltung davon Kenntnis erhalten - veranlaßten Erlenmeyer 1864 erneut, seine Ansicht über das Äquivalent eines Elements als einer bestimmten, konstanten Gewichtsmenge darzulegen:

"Ich meine, ein jedes Elementaratom besitzt eine unveränderliche Anzahl von untereinander gleich schweren Angriffspunkten für die chemische Affinität ..." (264).

Die Meinungsdivergenzen zwischen den Chemikern, ob nun die Atomigkeit konstant oder veränderlich sei, rührten daher, daß man, wie bereits erwähnt, den Begriff Atomigkeit nicht eindeutig definiert hatte. Um Klarheit in die Problematik zu bringen, stellte Erlenmeyer die unterschiedlichen Definitionsmöglichkeiten gegenüber:

"Versteht man nun unter Atomigkeit eines Elements die ganze Anzahl von chemischen Angriffseinheiten (Äquivalenten) welche 1 Atom desselben besitzt, so ist die Atomigkeit eines Elements eine unveränderliche Grösse.

Versteht man dagegen unter Atomigkeit eines Elements diejenige Anzahl von Äquivalenten eines Atoms desselben, welche in speziellen Fällen anziehend auf Äquivalente anderer Elemente wirkt, so kann die Atomigkeit gewisser Elemente eine wechselnde Grösse sein".

So kam Erlenmeyer zur Zusammenfassung beider Aussagen:

"Die ganze Anzahl von Äquivalenten, welche 1 Atom besitzt,

ist wie deren Gewicht unveränderlich, aber die Anzahl der in einzelnen Fällen zur Wirkung kommenden Aequivalente eines Atoms kann verschieden sein je nach der Natur, beziehungsweise Menge der auf dasselbe wirkenden anderen Atome, genauer ausgedrückt, je nach der spezifischen Verwandtschaft, welche die einzelnen Aequivalente der in Wechselwirkung tretenden Atome auf einander ausüben" (265).

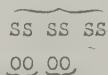
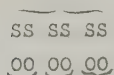
Erlenmeyer sprach hier die Abhängigkeit der Verbindungsstufen von der Natur des Partnerelements und von dessen mengenmäßigem Angebot an. Er definierte die Atomigkeit in dem Sinne, wie er 1863 den Atomkomplex verstanden hatte, als konstante Größe und zwar als maximal in dem betreffenden Element vorhandene Anzahl von Äquivalenten:

"Die Atomigkeit eines Elements d.i. die Summe von Äquivalenten, welche 1 Atom desselben besitzt, ist constant, aber es kann verschiedenen (wohl auch denselben) Elementen gegenüber je nach ihrer spezifischen Affinität bald die Summe, bald ein verschieden grosser Theil dieser Summe zur Wirkung kommen" (266).

Laurent und Gerhardt hatten im Gegensatz dazu verschieden große Äquivalente bei einem und demselben Element angenommen, z.B. sei der Stickstoff im Ammoniak NH_3 3-atomig, aber im Ammoniumchlorid NH_4Cl 5-atomig. Erlenmeyer aber postulierte, daß von den 5 im Ammoniumchlorid wirkenden Stickstoffaffinivalenten im Ammoniak nur 3 gesättigt und 2 noch nicht zur Wirkung gekommen seien. Zur Unterscheidung von Gerhardts veränderlichem "Aequivalent" schlug Erlenmeyer daher in seinem Lehrbuch vor, den Begriff "Affinivalent" zu gebrauchen. Als Butlerow (267) den Schwefel im Schwefeltrioxid als 6-affin erkannt hatte, die bislang höchste bekannte Verbindungsstufe, schloß sich Erlenmeyer (268) dieser Meinung an und definierte den Schwefel endgültig als 6-affin. Dies war zu einer Zeit, in der diese Ansicht noch wenig

Beifall fand. Er setzte dabei voraus, daß nicht eine noch höhere Verbindungsstufe entdeckt würde und daß nur der Schwefel in direkter Verbindung mit den Sauerstoffatomen stehe, nicht jedoch die Sauerstoffatome untereinander verbunden seien. Nach Erlenmeyers Unterscheidung vorhandener Bindungskräfte und tatsächlich in Aktion getretener Bindungskräfte sollte es also nicht heißen: Der Schwefel sei im Schwefeltrioxid SO_3 6-atomig, im Schwefeldioxid 4-atomig, im Schwefelwasserstoff H_2S 2-atomig, sondern der Schwefel wirke gegen Sauerstoff mit allen 6 Äquivalenten, bzw. nur mit 4 von seinen 6 Äquivalenten und gegen Wasserstoff nur mit 2 von seinen 6 Äquivalenten. Insgesamt aber bliebe er 6-atomig.

Bildlich drückte Erlenmeyer diese Verhältnisse in Äquivalentformeln aus:



Schwefeltrioxid

Schwefeldioxid

Schwefelwasserstoff

Eine wichtige Erkenntnis hinzufügend, stellte er fest: die Anzahl der unverbundenen Äquivalente könne bei vielen Elementen durch 2 geteilt werden, die unverbundenen Äquivalente lägen also paarweise vor. Die paarige Zahl lasse sich jedoch nicht zum Gesetz machen, da auch Verbindungen vorkommen, in denen 1 Atom noch eine unpaarige Anzahl von freien Äquivalenten besitze (269). Dies hatte er bereits 1862 geäußert:

"Bei allen bis jetzt bekannten Verbindungen dieser Art (eine gewisse Anzahl von Affinitäten ist ungebunden) sind 2n Affinitäten ungesättigt" (270).

Die Überlegungen zur Affinität führten Erlenmeyer dazu, die Dampfdichtebestimmungen näher zu betrachten, denn zur Beantwortung der Frage nach der Affinität eines Elements war es

nötig zu wissen, ob die betrachtete Verbindung eine wirkliche chemische Verbindung oder lediglich eine physikalische An-einanderlagerung der Atome darstellte.

Mit Entschiedenheit kritisierte Erlenmeyer die fälschliche Verwendung Äquivalent für eine Menge, die 1 Atom darstellte. Troost und Deville hatten für Sauerstoff angenommen, daß 1 Äquivalent desselben 1 Volumen Dampf repräsentiere. Diese Bezeichnungen ließ Erlenmeyer nicht gelten, weil vom Sauerstoff niemals nur ein einzelnes Äquivalent wirke, also ein Äquivalent nicht als Einheit der Raumfüllung angenommen werden könne:

"Die Erfahrung aus chemischen Versuchen lehrt uns, 1) dass in den chemischen Verbindungen immer 2 Äquivalente Sauerstoff zusammenwirken und durch keines der uns bekannten Mittel von einander getrennt werden können..." (271).

Während Butlerow (272) und Erlenmeyer (273) die 2-, 4- und 6-Wertigkeit des Schwefels in seinen Sauerstoffverbindungen verteidigten, hielt Kekulé an der Annahme der konstanten 2-Wertigkeit des Schwefels fest. Ebenso vertrat er die konstante 3-Wertigkeit des N, P, As, Sb, Bi.

Die Abhandlung "Ueber die Atomigkeit der Elemente" (274), seine Erwiderung auf Naquets "Ueber die Atomigkeit des Sauerstoff, Schwefel, Selen und Tellur" (275), nahm Kekulé zum Anlaß, die Vorstellungen der Chemiker, die die Atomigkeit als "das größte Äquivalent oder das Maximum des Sättigungsvermögens" definierten, zu mißbilligen. Er meinte damit in erster Linie Erlenmeyer. Kekulé hatte wohl erkannt, daß der Annahme der 2-Wertigkeit des Schwefels oder der 3-Wertigkeit des Stickstoffs die Vollständigkeit fehlte. Er versuchte zu erklären, daß die Annahme der niedrigen Wertigkeitsstufe ausreiche, denn nur hier seien die wahren chemischen Moleküle mit echten atomistischen Bindungen zu finden, die auch beim Verdampfen Bestand hätten. Die anderen Verbindungen, in denen N, P, As, Sb, Bi scheinbar 5-atomig seien,

bestünden aus "aneinander geleimten" Molekülen geringerer Stabilität, beispielsweise $\text{PCl}_3, \text{Cl}_2$; NH_3, HCl . Er nannte sie "Verbindungen höherer Ordnung" oder "molekulare Verbindungen", die ohne Zersetzung keine Dämpfe bilden könnten.

Kekulé hatte damit sein Augenmerk wohl zu stark auf die Ausnahmen gerichtet und daraus eine unvollständige Anschauung gewonnen; denn es war ein Irrtum anzunehmen, daß alle Verbindungen mit einem Element höherer Wertigkeitsstufe, als bis dahin bekannt, lediglich lose Aneinanderlagerungen und keine echten Verbindungen seien (276). Kekulé ließ etwas im Unklaren, wie er die Atomigkeit definieren wollte. Nach seiner Meinung sollte man unter den verschiedenen möglichen Werten den wählen,

"der am besten, d.h. am einfachsten und vollständigsten alle Verbindungen erläutert..." (277).

Unklar sind auch die weiteren Aussagen Kekulés zu diesem Problem, und entsprechend viele Ausrufungs-, Fragezeichen und Fußnoten brachte Erlenmeyer in Kekulés Artikel an. Kekulé schrieb:

"Es hiesse sich des Wortes in einem durchaus abweichenden Sinne von dem bedienen, welchen ich ihm beilegte, als ich es vorschlug, wenn man annehmen wollte, dass die Atomicität variabel sei und ein und derselbe Körper bald mit der einen, bald mit der anderen Atomicität functioniren könne. Das hiesse den Begriff der Atomigkeit mit dem der Aequivalenz verwechseln. Das Aequivalent kann variieren, aber die Atomigkeit nicht" (277).

Diese letzte Bemerkung hielt Erlenmeyer für einen Widerspruch in sich und verwies auf Kekulés Lehrbuch Band 1, §188. Dort machte Kekulé keinen Unterschied. Bei der Einteilung der Elemente in Gruppen heißt es:

"1. Gruppe: Einatomige oder einbasische, d.h. solche, von welchen ein Atom äquivalent ist einem Atom H.

2. Gruppe: Zweiatomige oder zweibasische, von welchen ein Atom äquivalent ist zwei Atomen Wasserstoff.
3. Gruppe: Dreiatomige oder dreibasische, von denen ein Atom äquivalent ist drei Atomen Wasserstoff" (278).

Auch andere Chemiker ließ Erlenmeyer zu diesem Thema zu Worte kommen, so A. Naquet, der die Frage "besitzen die Elemente eine unveränderliche Atomigkeit oder besitzen sie gleichzeitig mehrere?" mit der Feststellung beantwortete:

"Mir scheint dies mehr dem Buchstaben als der Sache nach eine Frage zu sein" (279).

Er unterschied wie Erlenmeyer eine wirksame oder relative Atomigkeit für den Fall einer nur teilweisen Sättigung des Elements von der absoluten oder wahren Atomigkeit dieses Elements. Man müsse in der Definition festsetzen, ob der Substitutionswert in der jeweilig betrachteten Verbindung Atomigkeit genannt werden oder ob man die "maximale Sättigungsfähigkeit" so bezeichnen solle. Die "hakenförmigen Ansätze", mit denen Naquet die Atome gedanklich ausstattete, stellten in ihrer Gesamtheit die absolute Atomigkeit dar.

Während Kekulé nur eine Atomigkeit gelten ließ, Naquet von einer wirklichen und einer scheinbaren Atomigkeit sprach und Erlenmeyer die maximale Bindungsfähigkeit, die teilweise wirksam werden kann, als Atomigkeit definierte, sprach Wurtz (280) von der Atomigkeit als dem tatsächlichen Verbindungs- oder Substitutionswert. Wurtz hatte sich bereits 1862 (281) gegen Fosters Ansicht von der Konstanz der Atomigkeit gewandt. Er wollte sich nicht befassen mit

"irgend welcher absoluten oder ideellen Atomigkeit, sondern mit dem Verbindungsvermögen, das jedes Element wirklich zeigt ... Die Atomigkeit der Elemente wechselt daher nach den Verbindungen" (282).

Die Affinität, welche ein Körper auf einen anderen ausübt, erschöpfe sich gradweise und strebe gegen ein Maximum, das nie überschritten werde. Wurtz betrachtete erweiternd zur Atomtheorie der Elemente die Atomigkeit der Radikale. Die Tatsache, daß die Gruppe C_3H_5 sowohl einatomig als auch 3-atomig erscheint, führte er nicht wie Erlenmeyer dies bereits 1862 getan hatte, auf eine Doppelbindung zurück, sondern auf die verschiedene Atomigkeit mit der sich der Kohlenstoff zeigen könne - er betonte "nicht besitze, sondern sich zeige" (283) - einmal als 2-atomiger Kohlenstoff, einmal als 4-atomiger Kohlenstoff. Diese Meinung hatte Wurtz schon 1862 (284) vertreten, denn die Verbindung des Kohlenmonoxid CO zeigte den Kohlenstoff offenbar in zweiwertiger Form. Erlenmeyers Annahme der Doppelbindungen und Dreifachbindungen war Wurtz dabei bekannt:

"In den Kohlenwasserstoffverbindungen C_2H_2 , C_2H_4 , C_3H_4 etc. könnte man ihn (Anmerkung: den Kohlenstoff) als vieratomig annehmen und sagen, dass um die Verwandtschaft des Kohlenstoffs für Kohlenstoff zu befriedigen, bald zwei, bald drei Verbindungseinheiten absorbiert werden. Meiner Ansicht nach sollte man eher annehmen, dass in den Kohlenwasserstoffen der Kohlenstoff in zwei Modificationen vorkommen kann, nämlich als zweiatomiger und als vieratomiger" (284).

Eine unterschiedliche Wertigkeit für Kohlenstoff vermuteten auch andere Chemiker. So findet sich bei Couper, Williamson und Kolbe ein zweiwertiger Kohlenstoff, bei Kolbe sogar ein dreiwertiger:

"Der Kohlenstoff: C_2 (Anmerkung: Kolbe verwendete die sog. alten oder kleinen Atomgewichte) ist nicht absolut ein vieratomiges Element, sondern auch zweiatomig (sogar dreiatomig in der Oxalsäure: $2HO.C_4O_6$). Er ist vieratomig in der Kohlensäure und dem Grubengas, zweiatomig in dem

Kohlenoxyd und dem Methylen, als zweiatomiges Element aber in allen diesen Verbindungen stets bald mehr, bald weniger bestrebt, sich auf die höhere Sättigungsstufe zu erheben" (285).

Auch Butlerow hatte zeitweilig einen zweiatomigen Kohlenstoff für denkbar gehalten, Erlenmeyer hingegen niemals. Dies zeigt der Brief Erlenmeyers an Butlerow vom 4. Mai 1862:

"Als Sie von Russland hier ankamen, da sprachen Sie noch von einem 2 atomigen und einem 4 atomigen Kohlenstoff. Ich glaube mir anmassen zu dürfen zu behaupten, dass Sie durch meine Auseinandersetzungen über viele Punkte eine andere Ansicht gewonnen haben" (286).

Die Diskussion um die Natur der Bindungskräfte dauerte an. 1877 vertrat Kekulé eine mechanische Bedeutung der Wertigkeit. Er nahm schwingende Bewegungen der Atome innerhalb des Moleküls an, wobei

"die in der Zeiteinheit ausgeführte Anzahl von Schwingungen gerade den chemischen Werth darstellt" (287).

Die aneinanderprallenden Atome würden dann in chemischer Bindung erscheinen.

"Dann würde der chemische Werth der Atome, mit noch grösserer Wahrscheinlichkeit als bisher, als ein c o n s t a n t e r zu betrachten sein. Man würde immerhin sich vorstellen können, dass mehrwerthige Atome, bei Temperaturen, die für die betreffenden Substanzen ultra-heiss genannt werden könnten, während einer oder auch mehrerer Schwingungsphasen mit keinem Atom zusammentreffen, indem sie einen Theil ihrer Bewegungsenergie der Molecularbewegung hinzufügen; eine Auffassung, die mit der jetzigen Vorstellung ungesättigter Verwandtschaften zusammenfiele" (287).

Gegen diese Vorstellung sprach sich Albert Ladenburg (1842-1911) aus, der die Stabilität der gegenseitigen Bindung der Atome als ein Dogma betrachtete. Wilhelm Lossen (1838-1906) erklärte die Uneinigkeit der Chemiker um Konstanz oder Verschiedenheit der Valenz damit, daß der Begriff der Affinitätseinheit selbst unklar sei. Aus dem Jahre 1880 ist ein Brief erhalten, der auf diese Abhandlung Lossens Bezug nimmt. Jacob Volhard teilte Erlenmeyer folgendes mit:

"Von Lossen liegt mir eine lange theoretische Abhandlung (288) für die Annalen vor, in welcher die theoretischen Ansichten welche Sie in der Einleitung zu Ihrem Lehrbuch niedergelegt haben zwar durchaus anständig aber entschieden abfällig kritisirt werden. Lossen bekämpft die ganze Lehre von der gegenseitigen Bindung von Affinitätseinheiten; diese sey ein undefinirbarer Begriff, nicht Theile von Atomen oder Bruchtheile von Atomgewichten sondern ganze Atome greifen sich an. Die Abhandlung hat mich in hohem Grade interessirt. ist sehr gescheut und geschickt geschrieben nur bisschen länglich 5 Bogen. Ich theile Ihnen das mit um Sie zu fragen, wünschen Sie die Abh. vor der Drucklegung einzusehen oder geben Sie die Kinder Ihrer Jugend preis?" (289)

Lossen kritisierte insbesondere Erlenmeyers Definition von der "Affinität als einer bestimmten Gewichtsmenge". Auch kritisierte er die Vorstellung von der chemischen Verbindung, wie sie in Erlenmeyers Lehrbuch dargestellt wurde. Hier hatte Erlenmeyer geschrieben:

"Die Constanz der relativen Atom- und Affinivalentgewichte hat darin ihren Grund, ...

4) dass bei der chemischen Vereinigung sowohl von zwei gleichstoffigen als auch von zwei ungleichstoffigen absoluten chemischen Atomen sich an je 1 Anziehungspunkt des

einen Atoms nie eine andere Anzahl als 1 Anziehungspunkt des andern Atoms anlegen kann und demzufolge immer nur n.1 Anziehungspunkt eines Atoms mit n.1 Anziehungspunkt anderer Atome in Vereinigung zu treten im Stande ist" (290).

Lossen war anderer Ansicht:

"Ich habe zur Genüge hervorgehoben, daß ich ausschließlich den Atomen eine gegenseitige Anziehung zuschreibe" (291).

Von einer Anziehung von Bestandteilen der Atome, nämlich von Affinitätseinheiten wollte er nichts wissen.

"Vor der Hand scheint mir weder die Annahme freier Affinitätseinheiten noch diejenige mehrfacher Bindung zweier Atome, noch überhaupt diejenige der Affinitätseinheiten gerechtfertigt zu sein" (291).

Zu dieser Abhandlung Lossens findet sich noch ein weiterer Brief an Erlenmeyer. Richard Meyer schrieb ihn am 28. November 1880:

"Ob Ihnen wohl Lossens 100 Seiten in den Annalen sehr wehe gethan haben? Meines Erachtens haben Sie nicht allzuviel Ursache sich zu grämen. Mir scheint der gute L. kämpft einen Windmühlkampf gegen Ansichten, die Niemand hat" (292).

Wenn auch die Meinungen der Chemiker verschieden waren, so war die Diskussion, die sie miteinander führten, sehr fruchtbar. Erlenmeyers Verdienst ist nicht zuletzt darin zu sehen, daß er Übersetzungen von Aufsätzen aus ausländischen Chemikerzeitschriften in seine "Zeitschrift für Chemie" übernahm, damit ein geistiges Forum für die theoretische Chemie schuf und die unterschiedlichen Ansichten einem breiteren Leserkreis zugänglich machte. Er beteiligte sich selbst rege an den Auseinandersetzungen und scheute sich nicht, seine Erkenntnisse in diversen Anmerkungen und Kommentaren kundzutun.

c) Verschiedene Erklärungsweisen für die Erscheinung der Isomerie.

Liebigs (293) und Wöhlers (294) Experimente mit den Silber-salzen der Knallsäure und Cyansäure hatten gezeigt, daß Körper gleicher Zusammensetzung nicht unbedingt auch dieselben chemischen Eigenschaften besitzen.

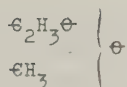
1831 verwendete Berzelius (295) für diese Erscheinung den Begriff Isomerie. Das Auftreten isomerer Körper veranlaßte die Chemiker, sich Gedanken über die Gruppierung der Atome im Molekül zu machen. Erlenmeyer:

"Liebig schrieb der Entdeckung von Isomerien deshalb eine solche Bedeutung zu und betrachtete sie als den Anfang einer eigentlich wissenschaftlichen Chemie, weil durch sie erst die Nothwendigkeit, ausser der Elementarzusammensetzung auch die Constitution der organischen Verbindungen zu ermitteln, klar zu Tage getreten ist" (296).

Die Elementarzusammensetzung einer Verbindung zu kennen, genügte nicht mehr, man mußte die Konstitution erforschen. Somit wurde die Isomerie zum Prüfstein für die Strukturchemie und zur Triebkraft für ihre Weiterentwicklung und Festigung.

Bereits Berzelius unterschied Polymerie, Metamerie und Isomerie. Er erklärte diese Eigenschaften durch verschiedenartige Gruppierung der Elementaratome zu zusammengesetzten Radikalen. In den Lehrbüchern Erlenmeyers und Kekulé's wird ebenfalls zwischen polymeren, metameren und isomeren Verbindungen unterschieden: Polymere Körper besitzen gleiche empirische Zusammensetzung bei verschiedener Molekülgröße;

metamere Körper lassen sich durch gleiche empirische Molekularformeln ausdrücken, besitzen aber verschiedene rationelle Formeln, z.B.



Essigsäuremethylester



Ameisensäureäthylester

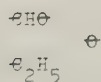
Die "Verteilungsweise" der Atome ist eine andere, wie Butlerow es nannte. Erlenmeyer sprach von einer verschiedenen "Verbindungsweise". Die Metamerie entspricht dem heutigen Begriff der Konstitutions- oder Strukturisomerie;

isomere Körper haben gleiche rationelle Formeln und zeigen ähnliches chemisches Verhalten bei verschiedenen physikalischen Eigenschaften, z.B. Fumar- und Maleinsäure, entsprechend den heutigen Stereo- oder cis-trans Isomeren.

Kekulé stellte fest, daß der damalige Stand der Kenntnisse keine oder wenigstens keine nur einigermaßen genügende Erklärung zu geben imstande sei.

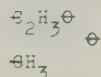
Butlerow hielt es für einen der "Hauptschritte, welche die Wissenschaft in der nächsten Zukunft zu machen hat", herauszufinden, welche der nach den Prinzipien der Atomigkeit und der chemischen Bindung theoretisch möglichen Moleküle wirklich existieren können, und weshalb diese, und andere nicht (297). Erlenmeyer (298) hielt es zu dieser Zeit nicht für möglich, mehr als nur Vermutungen über den Grund von Isomerien anzustellen, glaubte aber, daß in den isomeren Körpern die übereinstimmenden Elemente zu verschiedenen Atomgruppierungen zusammengefaßt seien. Rückschlüsse auf diese Gruppierungen, die er "Radiale" nannte, könnten beispielsweise durch Einwirkung ein und derselben Verbindung auf 2 isomere Verbindungen gezogen werden:

Kaliumhydroxid (KOH) reagiert einerseits mit Ameisensäureäthylester, andererseits mit Essigsäuremethylester. Im 1. Fall entsteht Kaliumformiat und Äthanol, im 2. Fall Kaliumacetat und Methanol. Daraus könne man schließen, daß Ameisensäureäthylester die Radikale der Ameisensäure $\text{CH}\oplus$ und des Äthanol C_2H_5 enthalte:



Ameisensäureäthylester
(HCOOC_2H_5)

und Essigsäuremethylester die Radikale der Essigsäure $\ominus_2\text{H}_3$ und des Methanols $\ominus\text{H}_3$ enthalte:



Essigsäuremethylester
($\text{H}_3\text{C}-\text{COOCH}_3$)

Erlenmeyers Darstellungen erinnern hier noch stark an die Typentheorie. Er bezog seine Formeln auf den Wassertyp $\begin{array}{c} \text{H} \\ \text{O} \\ \text{H} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right.$,

wenn auch die geschweifte Klammer nicht geschrieben wurde, und wie die Vertreter der Typentheorie fragte er nicht nach der Verknüpfungsweise der Elemente untereinander, sondern beschränkte sich auf die Betrachtung der Atomgruppe "Radical".

Man hatte auch festgestellt, daß bei Einwirkung ein und derselben Verbindung auf 2 isomere Körper wieder 2 isomere Körper entstehen können. So lieferte Phosphorpentachlorid mit Acetaldehyd (alte Schreibweise: $\ominus_2\text{H}_4\ominus$) ein Produkt $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ mit anderen Eigenschaften als das $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ aus Phosphorpentachlorid mit Äthylenoxid (alte Schreibweise: $\ominus_2\text{H}_4\ominus$).

Erlenmeyer nahm also in beiden Ausgangssubstanzen und in den isomeren Produkten isomere Radikale C_2H_4 an:

Acetaldehyd enthalte das Radikal Äthyliden, bestehend aus 2 mal CH_2 ,

Äthylenoxid enthalte das Radikal Äthylen, bestehend aus CH_3 und CH . Er zog dabei die Möglichkeit des umgekehrten Verhältnisses ebenso in Betracht, was dann unserer heutigen Bezeichnung entsprechen würde. Im folgenden entwickelte Erlenmeyer eine äußerst komplizierte Vorstellung von der Ursache der Isomerie. Er beschritt damit zwar einen Irrweg, zeigte aber sein wissenschaftliches Engagement für eine konsequente Chemietheorie.

Er fragte sich, ob der Grund für die Isomerie die verschiedene Verteilung der Wasserstoffatome auf die Kohlenstoffatome sei, oder ob in isomeren Verbindungen einzelne Elemente mit verschiedenartigen Angriffspunkten eines anderen Elementes verbunden seien und kam zu folgendem Ergebnis:

"Die Verschiedenheit in der Verwandtschaftsstärke und die davon abhängige verschiedene Function beschränkt sich nicht auf die Atome, sondern sie erstreckt sich bis auf die Äquivalente" (299).

Er hielt also die einzelnen Äquivalente eines Elementes für untereinander verschieden in Hinblick auf die Intensität ihrer Anziehungsfähigkeit für ein anderes Element. Dabei nahm er an, die unterschiedliche Anziehungsstärke sei bereits von vornherein vorhanden. Schon 1862 hatte Erlenmeyer die Tatsache, daß es Verbindungen mit einer Anzahl ungebundener Affinitätseinheiten gibt, z.B. CO , PCl_3 , NO , NH_3 , zu der Annahme geführt, daß die einzelnen Äquivalente eines mehrwertigen Elements nicht alle die gleiche Neigung haben, sich mit einem anderen Element zu verbinden, und daß es für das andere Element von Bedeutung sei, mit welcher Affinität es verbunden werde, da seine chemische Function davon abhängt. Erlenmeyer hatte auch den Einfluß der Elemente in Betracht gezogen, die bereits mit einem Teil der Affinitäten gebunden waren und als Beispiel die Stickstoffverbindungen angeführt:

"Es scheint hiernach, dass wenn 3 Affinitäten des Stickstoffatoms durch gewisse Elemente gesättigt sind, die beiden andern mit geringerer Stärke anziehend wirken" (300).

Deshalb gingen auch manche Verbindungen des Stickstoffs, entsprechend ebenfalls des Phosphors und Arsens mit 5 gebundenen Affinitäten relativ leicht in solche mit nur 3 gebundenen über. Im weiteren verfolgte er jedoch seine Vorstellung von den unterschiedlichen Affinitätseinheiten. Hierzu ist ein Brief an

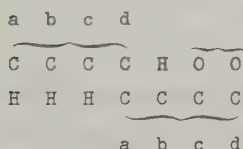
Butlerow vom 4. Mai 1862 aufschlußreich, in dem Erlenmeyer diesen daran erinnert, daß die "Verschiedenheit der Affinitäten" von ihm selbst zuerst vertreten worden war, und Butlerow davon beeinflusst worden sei:

"Was unsere kleine Differenz bezüglich der Verschiedenheit der Affinitätseinheiten betrifft, so gebe ich Ihnen zu, dass Sie zuerst etwas Bestimmtes öffentlich mitgetheilt haben, aber ich glaube mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass die Ideen, welche Sie in Frankreich (301) niedergeschrieben haben zum grossen Theil wenigstens beeinflusst waren von unseren Unterredungen. Gerade die Ungleichheit der Affinitäten war ja wie Sie sich erinnern werden, mein einziger Rettungsanker für die Existenz des Kohlenoxyds. Ich sagte gerade damals, dass ich keine andere Erklärung dafür finden könne, als die Annahme, dass die verschiedenen Affinitäten der mehraffinen Elemente verschiedene Anziehungsfähigkeit besaßen. Dass ich mich sehr viel, so viel, dass ich damit auch von Ihnen geneckt wurde, mit der Aufsuchung einer Erklärung des Kohlenoxyds (des Nitrogenoxyds, des Ammoniaks) beschäftigt habe, werden Sie sich noch erinnern. Ich suchte nach einer einfacheren Erklärung, als die, nach welcher man annehmen muss, dass gewisse Affinitäten bestimmten Elementen gegenüber O-affin werden können. -

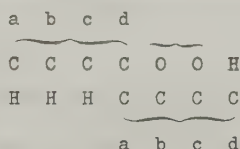
Nach allem Probiren überzeugte ich mich aber schliesslich, dass diese Erklärung eigentlich die weitere Consequenz aus der Annahme sei, nach welcher man den einzelnen Affinitäten verschiedene Function zuschreibt. Diese letztere Ansicht ist deutlich genug in der vorläufigen Notiz über eine etwas abgeänderte Betrachtungsweise der Alkohole und ihrer Derivate (302) und in verschiedenen anderen Aufsätzchen, die vor Ihrer Veröffentlichung erschienen sind, angedeutet" (303).

Erlenmeyer begründete das Vorhandensein verschieden starker

Anziehungskräfte im Atom mit der Existenz zweier unterschiedlicher Verbindungen der Zusammensetzung CH_3Cl . Durch die damaligen Unvollkommenheiten bei der Reindarstellung einer Verbindung und durch Fehlbeobachtungen physikalischer Eigenschaften kam man des öfteren zu Doppelbeschreibungen und glaubte, isomere Verbindungen vorliegen zu haben. Die Identität stellte sich oft erst Jahre später heraus. Bei der Voraussetzung zweier CH_3Cl war eine Erklärung der Isomerie durch Verteilung des Chloratoms auf verschiedene Kohlenstoffatome nicht möglich. Erlenmeyer begründete also die Unterschiedlichkeit mit der Bindung des Chloratoms an zwei verschiedene Affinitäten des Kohlenstoffs, wodurch es verschiedene Funktion ausübe. Er nahm an, daß die vier Äquivalente des Kohlenstoffs ungleichnamig seien und bezeichnete sie mit a, b, c, d. So stellte er die Isomerie bei Äthylenoxid und Acetaldehyd durch folgendes Schema dar:



"Äthylenoxyd"

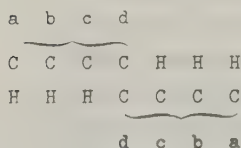


"Aldehyd"

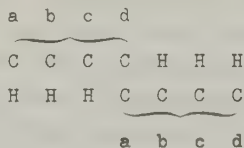
Er verwendete dabei Äquivalentformeln, in denen jede Kohlenstoffaffinität durch C und jede Sauerstoffaffinität durch O bezeichnet wurde. Die Untrennbarkeit der zu einem Element gehörenden Affinitäten brachte die Klammer zum Ausdruck. In beiden Verbindungen erfolgte die Verknüpfung der beiden Kohlenstoffe über dieselben Angriffspunkte, aber der Sauerstoff war im Aldehyd mit zwei anderen Kohlenstoffäquivalenten verbunden als im Äthylenoxid (304).

Nach Erlenmeyers Auffassung konnten nicht nur die Äquivalente des Kohlenstoffs, sondern auch die der anderen polygenen Elemente (Elemente, die sich in zwei oder mehreren Verhältnissen mit-

einander vereinigen) verschieden sein, wodurch sich die unterschiedliche Funktion der beiden Hydroxylgruppen in der Glycol-säure erkläre. Eine Affinität des Sauerstoffs sei jeweils mit Wasserstoff verbunden, die mit Kohlenstoff verbundene Affinität sei bei den beiden Sauerstoffatomen jeweils eine andere (305). In derselben Weise beschrieb Erlenmeyer auch die Isomerie zwischen "Methyl" und "Aethylhydrür" (305) :



"Methyl"



"Aethylhydrür"

Die Vorstellung, daß "Methyl" (bei Laurent (306) findet sich dafür der Ausdruck "Dimethyl") CH_3 und "Aethylhydrür" oder



"Aethylhydrid" C_2H_5 verschiedene Verbindungen seien, war damals
 H

allgemein anerkannt. Sie war entstanden durch Franklands Angaben (307), wonach das bei der Elektrolyse der Essigsäure oder bei der Reaktion von Methyljodid auf Zink sich bildende "Methyl-radical" ("Dimethyl") andere Eigenschaften habe als das "Aethylhydrür", das sich durch Einwirken von Kalium auf Äthylcyanid und von Zink auf Äthyljodid entwickelte. Vom Standpunkt der Typentheorie war ein vom "Dimethyl" verschiedenes "Aethylhydrür" denkbar, nach der Theorie der Atomverknüpfung stellten beide Formeln ein und dieselbe Substanz dar, nämlich Äthan C_2H_6 . Wurtz (308) hatte sich der allgemeinen Anschauung nicht angeschlossen und hielt die "Hydrüre der Alkyle" z.B. C_2H_5 oder



$\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{H}$ für chemisch identisch mit den freien Alkylen z.B.

$\text{CH}_3 \left\{ \text{ oder } \text{CH}_3 \cdot \text{CH}_3 \right.$, was sich als richtig erweisen sollte.

$\text{CH}_3 \left\{ \right.$

Eine chemische Isomerie war nach seiner Meinung nicht möglich, weil es sich um Verbindungen handelte, in denen alle freien Affinitäten des Kohlenstoffs durch Wasserstoff gesättigt waren. Diese Behauptung griff Erlenmeyer sofort auf und fügte den Versuchsbeschreibungen von Wurtz seine eigenen Bemerkungen an. Er traf dabei keine Entscheidung für oder gegen die Aussagen von Wurtz, stellte aber zwei theoretisch mögliche Standpunkte mit der jeweiligen Konsequenz daraus vor:

1) Alle 4 Kohlenstoffäquivalente haben gleiche Anziehung; dann sind alle Radikale, z.B. Dimethyl mit den Hydrüren gleicher Zusammensetzung, z.B. Äthylhydrür identisch. Dann sind aber viele für isomer gehaltene Substanzen nicht isomer.

2) Die verschiedenen Äquivalente des Kohlenstoffs haben ungleiche Anziehungsintensität; dann sind umso mehr Verschiedenheiten denkbar, je mehr Kohlenstoffatome eine Verbindung enthält. Unter dieser Voraussetzung sind mehrere Reihen von Kohlenwasserstoffen der Zusammensetzung $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ (bei $n > 1$) möglich (309). Erlenmeyer verwies gleichzeitig auf eine frühere Abhandlung (310), in der er die Gründe für die Annahme der zweiten Ansicht dargelegt hatte, die erst später als Irrtum erkannt wurde.

In der Vorstellung verschiedener Affinitätseinheiten hielt Erlenmeyer eine Homologie zwischen Verbindungen, die sich in der Zusammensetzung durch $n \text{ CH}_2$ unterscheiden nur dann für möglich, wenn die Gruppe CH_2 immer dieselbe Konstitution habe, wenn also darin die beiden Wasserstoffatome immer mit denselben Kohlenstoffäquivalenten verbunden und außerdem immer die gleichen Kohlenstoffäquivalente miteinander verknüpft seien (311).

Unter diesen Voraussetzungen resultierte natürlich eine ungeheuer große Vielfalt an Isomerien, da es verschiedene Gruppen CH_3 , C_2H_5 und noch mehr von der Zusammensetzung C_3H_3 usf.

geben konnte. Auch Butlerow vertrat eine zeitlang die Ansicht von der verschiedenartigen Wirkung der Affinitätseinheiten. Stärker als Erlenmeyer betonte er dabei den Einfluß von Nachbaratomen:

"Von der Verwandtschaftsmenge ist es nöthig ihre Intensität, d.h. die kleinere oder grössere Energie, mit welcher dieselbe thätig zu werden strebt, zu unterscheiden. Diese Intensität ändert sich, je nachdem der Körper auf eine oder die andere Substanz einwirkt und je nach den Bedingungen unter welchen diese Einwirkung stattfindet. Es scheint auch, dass wenn bei den mehratomigen Elementen und namentlich bei dem Kohlenstoffe, ein Theil der Verwandtschaft gebunden ist, alle anderen Bedingungen aber gleich bleiben, der frei-bleibende Theil einen anderen Intensitätsgrad zeigt" (312).

1862 bezog sich Butlerow auf diese Betrachtungen und gab die Existenz zweier isomerer Körper der Formel C_2H_6 an, weil die verbindenden Affinitätseinheiten zwischen den Kohlenstoffatomen nicht für beide Körper dieselben seien. Daraus resultierten 2 Reihen, die Äthylreihe, abgeleitet vom Äthylwasserstoff und die Methylreihe, abgeleitet vom Dimethyl.

Eine große Bedeutung erkannte Butlerow im Einfluß der Elemente, die einen Teil der Affinitäten bereits binden:

"Weiter oben habe ich gesagt, dass die Annahme der Verschiedenheit der Affinitätseinheiten eine naturgemässe chemische Erklärung einiger Erscheinungen sei, und wirklich, indem ich diese Hypothese vorschlage, muss ich zugleich, mich auf meine Abhandlung über chemische Structur (313) beziehend, daran erinnern, dass ich weit davon entfernt bin, in dieser Annahme ... die einzige Ursache zu sehen, welche die Bedeutung eines in einem zusammengesetzten Molecül sich befindenden Atoms bedingt. Dagegen halte ich für besonders nothwendig den Einfluss zu

erwähnen, welchen die Natur der die Affinität theilweise bindenden Atome, auf die Natur des anderen Theiles der demselben mehraffinen Körper gehörenden Affinität ausübt. ... Ich muss sogar bemerken, dass diese Verschiedenheit der Affinitätseinheiten vielleicht durch den genannten Einfluss allein bedingt wird" (314).

Butlerow stellte also die Ansicht von der Verschiedenheit der Affinitätseinheiten in Frage. 1863 verhielt er sich dieser Ansicht gegenüber noch zurückhaltender:

"Die Erfahrung lehrt uns ..., dass es z.B. wenigstens zwei isomere Kohlenwasserstoffe C_2H_6 und sogar wahrscheinlich isomere Chloride CH_3Cl giebt. Dieser Umstand hauptsächlich bewog mich, wie ich es am a.O. näher auseinander gesetzt habe, die Verschiedenheit der Affinitätseinheiten eines Kohlenstoffatoms und somit die Möglichkeit der verschiedenen directen Vereinigungsweisen zweier Kohlenstoffatome unter sich und mit anderen Elementen anzunehmen. Jedoch ist heut zu Tage diese von der Verschiedenheit der Wirkung der Affinitätseinheiten abhängende Isomerie viel zu wenig bekannt, um Schlüsse über den Einfluss derselben auf die Isomerie complicirterer Molecüle machen zu können ... aber scheint es rathsam, wie es Kolbe, Kekulé und einige andere Chemiker zu thun scheinen, bei den meisten Speculationen über die Constitution (chemische Structur) von der Verschiedenheit der Affinitätseinheiten, ... fürs Erste vollständig abzusehen" (315).

Während Erlenmeyer noch isomere Radikale C_2H_4 annahm, lenkte Butlerow sein Augenmerk vor allem auf die Verteilung der einzelnen Atome und förderte damit die Ausgestaltung der Structurchemie ganz wesentlich. Er stellte fest:

Die Verbindungen $\begin{cases} C^a HCl_2 \\ C^b H_3 \end{cases}$ und $\begin{cases} C^a H_3 \\ C^b H Cl_2 \end{cases}$

sind identisch und nicht isomer, weil

"die chemische Beziehung jedes einzelnen elementaren Atoms zu anderen Elementen (nicht zu den bestimmten Elementar-
atomen) dieselbe ist" (316).

Wenn jedoch die chemische Beziehung zu anderen Elementen des-
selben Moleküls verschieden ist, so werden unterschiedliche

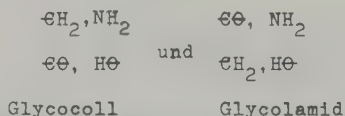
Verbindungen entstehen: $\left. \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{Cl} \\ \text{CH}_2\text{Cl} \end{array} \right\}$ Chloräthylen $\left. \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CHCl}_2 \end{array} \right\}$ Chloräthyliden

Butlerow sprach von der Gleichwertigkeit aller Atome im Falle

$\left. \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{Cl} \\ \text{CH}_2\text{Cl} \end{array} \right\}$, wegen der Gleichheit der Beziehungen aller Atome zu-

einander. Jedes Chloratom hing mit CH_2 zusammen, die Verbindung
enthielt zwei gleiche Gruppen $(\text{CH}_2\text{Cl})'$. Anders im Falle $\left. \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CHCl}_2 \end{array} \right\}$,

in dem die ursprünglich und für sich allein identischen Kohlen-
stoffatome durch den Einfluß der anderen Atome im Molekül einen
anderen chemischen Charakter erhielten, also ein anderes che-
misches Verhalten zeigten. Beide Chloratome hingen am CH, die
Verbindung wies zwei verschiedene Gruppen auf: $(\text{CHCl}_2)'$ und $(\text{CH}_3)'$.
Dieselbe Erklärung gab Butlerow für die Isomerie zwischen



Einmal waren die Gruppen $(\text{CH}_2, \text{NH}_2)'$ und $(\text{CH}, \text{H})'$ miteinander ver-
knüpft, einmal die Gruppen $(\text{CH}, \text{NH}_2)'$ und $(\text{CH}_2, \text{H})'$. Er bezeichnete
die Verbindungen als isomer, weil

"die chemische Beziehung der elementaren Atome zu einander
nicht in beiden Molekülen gleich ist ..." (317).

Butlerow erklärte also die Isomerie mit dem unterschiedlichen chemischen Verhalten einzelner Atome oder Atomgruppen in Abhängigkeit von der Natur der Atome oder Atomgruppen, mit denen sie zusammenhängen.

1864 (318) wiederholte er seine Ansichten über die Isomerie von Chloräthylen und Chloräthyliden, wobei er von einer Verschiedenheit der einzelnen Kohlenstoffaffinitäten ganz absah.

Butlerow schloß jetzt diese Ansicht, wie sie Erlenmeyer vertrat, zwar nicht absolut aus, aber er wollte eine solche Hypothese nicht eher als unbedingt nötig aufstellen. Erst mit dem Auftauchen eines dritten isomeren Propylalkohols beispielsweise, käme man an dieser Annahme nicht mehr vorbei.

In diesem Sinne kritisierte er 1863 Erlenmeyers Bemerkungen in der "Zeitschrift für Chemie" (319), der dort die Annahme der Verschiedenheit der Kohlenstoffaffinitäten zur Erklärung der Isomerie erneut für nötig hielt.

Im selben Jahr nahm Butlerow seine Abhandlung "Ueber den tertiären Pseudobutylalkohol (den trimethylirten Methylalkohol)" (320) noch einmal zum Anlaß, seine Vorstellungen über die Erklärung der Isomerie denen Erlenmeyers gegenüberzustellen und Erlenmeyers Ansicht (321) als nicht notwendige Hypothese zu kritisieren.

Äthylen $\begin{cases} \text{CH}_2 \\ \text{CH}_2 \end{cases}$ und Äthyliden $\begin{cases} \text{CH}_3 \\ \text{CH} \end{cases}$ seien ausschließlich wegen

der verschiedenen Verteilung der Wasserstoffatome auf die Kohlenstoffatome verschieden. Erlenmeyer hatte in derselben Zeitschrift von 1864 gesagt, er sehe

"keinen Grund ein, warum durch die verschiedene Vertheilung des Wasserstoffs auf die beiden Atome Kohlenstoff eine Verschiedenheit in den Eigenschaften bedingt sein soll..." (321).

Butlerow betonte immer wieder, wie wichtig es sei,

"dass man nur dann zum Aufstellen neuer Hypothesen schreitet, wenn die früheren zur Erklärung der vorhandenen Thatsachen, die mit vollkommener Gewissheit erkannt worden sind, nicht mehr ausreichen. ... Demnach ist man kaum berechtigt der sich auf eine experimentelle Grundlage stützenden Annahme der verschiedenen Vertheilung der Atome jede Bedeutung abzusprechen und statt ihrer eine neue noch nicht absolut nothwendige Hypothese aufzubauen" (322).

Butlerows Feststellung, Erlenmeyer spreche der Begründung der Isomerie durch verschiedene Verteilung der Atome jede Bedeutung ab, ist allerdings nicht ganz berechtigt. Erlenmeyer (323) zeigte an Hand der Beispiele Diglycolamidsäure, Diglycolaminsäure und Asparaginsäure, daß die unterschiedliche Verknüpfung der Atome bereits die Isomerie erkläre.

COOH	COOH	OH
CH_2	CH_2	CO
NH	$\oplus$	
CH_2	CH_2	CH NH_2
COOH	CONH_2	CH_2
		CO
		OH
Diglycolamid- säure	Diglycolamin- säure	Asparagin- säure

Die Frage nach der Verbundenheit des Stickstoffs mit verschiedenen Kohlenstoffäquivalenten brauche hier nicht gestellt zu werden. Übereinstimmend äußerten sich Erlenmeyer und Butlerow darin, daß die Natur eines Nachbarlements einen Einfluß auf die Verwandtschaftskräfte ausübe. So verringere sich bei der Verknüpfung zweier Kohlenstoffäquivalente mit Sauerstoff zu CO die Verwandtschaft der beiden ungebunden gebliebenen Affinitäten zu Sauerstoff. Butlerow zitierte hierzu zwei Stellen aus

Erlenmeyers Abhandlung "Hypothesen über chemische Isomerie und chemische Constitution". (324) und bemerkte hierzu:

"Den Thatsachen gemäss muss man, wie es auch Erlenmeyer thut (diese Zeitschr. VII S.8) annehmen, dass die Natur des Elements, welches einen Theil der Verwandtschaft eines polygenen Atoms bindet, einen bestimmten Einfluss auf den anderen Theil der Verwandtschaft desselben Atoms ausübt." "Gerade dieser Einfluss kann uns die Bildung von Kohlenoxyd aus Kohlensäure erklären: ohne dass man sich die Affinitätseinheiten des Kohlenstoffatoms ursprünglich verschieden denkt, lässt es sich begreifen, dass ein mit Sauerstoff zur Hälfte gesättigtes Kohlenstoffatom weniger Verwandtschaft zum Sauerstoff zeigt, als ein anderes noch nicht oxydirtes Kohlenstoffatom (vergl. diese Zeitschr. VII S.11)" (325).

Erlenmeyer hatte sich an den zitierten Stellen in ähnlicher Weise geäußert, jedoch weiterhin auf einer ursprünglichen Verschiedenheit der Kohlenstoffaffinitäten beharrt.

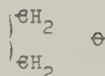
Butlerow sah hier mit Recht einen Zwiespalt in Erlenmeyers theoretischen Überlegungen und wandte sich nun mit Entschiedenheit gegen eine vorschnelle Annahme einer solchen Hypothese. Er hielt Erlenmeyer vor, einen wichtigen Gedanken außeracht gelassen zu haben, nämlich den gegenseitigen Einfluß der indirekt verbundenen Elemente. Erlenmeyers Vorstellung, daß die Art der Bindung eines Teils der Affinitätseinheiten die Verwandtschaftsstärke der übrigen Affinitätseinheiten beeinflusse, müsse erweitert werden zu der Annahme, daß der chemische Charakter, der durch diese Affinitätseinheiten gebundenen Atome, beeinflusst werde.

Butlerow betrachtete die Verteilung aller Elementaratome im Molekül zueinander und machte eine Erklärung der Isomerie bei Acetaldehyd und Äthylenoxid durch seine Formelschreibweise

deutlich:



"Aldehyd"



"Aethylenoxyd"

In der gleichen Abhandlung wich Butlerow völlig von der Überzeugung zweier isomerer Kohlenwasserstoffe C_2H_6 ab, die er 1863 (326) beschrieben hatte und gestand fast entschuldigend "einer allgemein verbreiteten Meinung" gefolgt zu sein:

"Je mehr sich aber unsere Kenntnisse über die Kohlenwasserstoffe $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ erweitern, je mehr man die Schwierigkeiten, welche mit der Trennung derselben mittelst fractionirter Destillation verbunden sind, erkennt, und je mehr die Zahl der Angaben über ihren Kochpunkt wächst, desto mehr bin ich geneigt das Vorkommen der Isomeriefälle bei diesen Substanzen in Zweifel zu ziehen. Die Isomerie der Grenzkohlenwasserstoffe, die der drei $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$, der drei $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$ oder der zwei CH_3Cl würde gewiss eine genügende Ursache zur Annahme der Verschiedenheit der Affinitäts-einheiten (der Aequivalente) des polygenen Kohlenstoffatoms sein, diese Isomerie bedarf aber noch einer weiteren Bestätigung durch neue exacte Experimente" (327).

Erlenmeyer und Butlerow führten beide die Ursache der Isomerie auf Unterschiede der chemischen Struktur zurück. Daß sie dieselben Ziele bei der Entwicklung ihrer Theorien verfolgten, unabhängig von einander eigene Ideen entwickelten, für diese Ideen aber auch ihren Anspruch behaupteten - wobei auch eine gewisse Sorge um Prioritätsrechte deutlich wird - sie gegenseitig verglichen und kritisierten, geht auch aus dem Briefwechsel deutlich hervor. So schrieb Erlenmeyer 1862 an Butlerow:

"Jedenfalls ist für mich darüber kein Zweifel, dass ich gegen Sie die Affinitätsideen früher ausgesprochen habe,

wie Sie gegen mich. Ich erwarte von Ihrem Gedächtnis, dass Sie das anerkennen. Wenn Sie darauf bestehen sollten, dass ich die Priorität Ihrer Veröffentlichung anerkenne, dann wäre ich genöthigt, die ganze Entwicklungsgeschichte Ihrer und meiner Ansichten miteinander zu vergleichen" (328).

1864 bemerkte Erlenmeyer:

"Butlerow hat, so scheint es mir, in vielen Stücken eine Anerkennung und weitere Anwendung der Ansichten, welche ich hier und da gelegentlich geäußert habe, durch seine Abhandlung geliefert" (329).

Bald darauf erschien ein Kommentar Butlerows:

"Wenn Erlenmeyer sagt, dass in in vielen Stücken eine Anerkennung und weitere Anwendung seiner hier und da gelegentlich geäußerten Ansichten geliefert habe (diese Zeitschr. VII S.11 in der Anmerk.) so habe ich hierzu nur zu bemerken, dass es überhaupt schwer und kaum möglich ist zu entscheiden, von wem und wann diese oder jene Ansicht zuerst mit Bestimmtheit ausgesprochen worden ist. Dass aber meine Ansichten in vielen Fällen mit denen von Erlenmeyer zusammenfallen, wird wohl Jeder einsehen" (330).

Auf ganz andere Weise als Erlenmeyer oder Butlerow versuchte Kolbe die Isomerie bei Acetaldehyd und Äthylenoxid zu erklären. Erlenmeyer zeigte sich Kolbes Begründung gegenüber nicht völlig abgeneigt. Er widmete ihr in seiner Zeitschrift einen Artikel (331), in dem er Kolbes Ideen vorstellte: Kolbe ging von der "Kohlensäure $[C_2O_2] O_2$ " (C=6, O=8) aus, bei der er zwischen der Funktion von "intraradicalem" und "extraradicalem" Sauerstoff unterschied. Die Verschiedenheit der Funktion bleibe auch nach Substitution erhalten, so daß "Aldehyd" (Acetaldehyd)

$[C_2O_2] \begin{matrix} C_2H_3 \\ H \end{matrix}$, bei dem der "extraradicaele" Sauerstoff durch

Methyl und Wasserstoff ersetzt wurde, andere Eigenschaften zeigt als "Aethylenoxyd" $\left[\begin{array}{c} \text{C}_2 \quad | \quad \text{C}_2^{\text{H}_3} \\ | \quad \text{H} \end{array} \right] \text{O}_2$, bei dem der "intraradicale"

Sauerstoff durch Methyl und Wasserstoff ersetzt wurde (332). Erlenmeyer stellte nun fest, daß seine eigene Annahme von der verschiedenen Verwandtschaftsstärke der 4 Äquivalente des Kohlenstoffs ersetzt werden könne durch Kolbes Annahme, daß eine Hälfte der Verwandtschaftskräfte eines Kohlenstoffatoms von der anderen Hälfte abweiche, daß also nur eine Verschiedenheit zwischen zwei Kohlenstoffäquivalenten bestehe. Erlenmeyer versuchte so, mit Hilfe von Kolbes Isomerieerklärung seine eigenen Vorstellungen zu stützen. Es ist aber zutreffend, wenn Butlerow (333) behauptete, Kolbe sehe von der Verschiedenheit der Affinitätseinheiten gänzlich ab.

Die sich aus Kolbes Ansichten ergebende Verringerung der Isomeriemöglichkeiten lag durchaus auch in Erlenmeyers Sinn. Das Ausmaß an möglichen Isomeren, die durch die Strukturchemie denkbar geworden waren, bereitete allgemein Kopfzerbrechen. Butlerow schloß seinen Artikel "Ueber den tertiären Pseudo-butylalkohol" mit einem Zitat Kolbes, der in seinem Aufsatz "Prognose neuer Isomeren" gesagt hatte:

"... die Zahl der möglicher Weise existirenden isomeren Alkohole, Aldehyde, Acetone, Säuren, Oxyssäuren etc. ausserordentlich gross ist. Sie erhebt sich vollends zu einer schwindelnden Höhe, wenn, wie es scheinen will, die drei Wasserstoffatome des Methyls unter sich nicht gleichwerthig sind" (334).

und fügte an:

"Die Richtigkeit dieser Bemerkung vollkommen anerkennend, möchte ich behaupten, dass es rathsam sei die Annahme der Verschiedenheit der Affinitätseinheiten (der Äquivalente) so lange dahingestellt zu lassen, bis die Thatsachen die-

selbe ganz unentbehrlich gemacht haben. - Ohne diese Annahme ist ja schon die Zahl der theoretisch möglichen Isomeren wirklich grösser als man es eigentlich wünschen möchte!" (335)

Die Abneigung gegen die große Anzahl der Isomeren und die Skepsis ihnen gegenüber zeigt sich auch in einem Brief Beilsteins an Butlerow vom 30./18. August 1865. Beilstein beschuldigte die Strukturchemie "den Speculationen ein zu großes Feld eröffnet zu haben":

"Überall wird auf Isomerien u. möglicherweise existierende Körper hingewiesen, die so zahlreich auftreten, dass selbst unser massenhaft vorhandenes Material nur als Tropfen dagegen erscheint. Unwillkürlich wurde ich an den alten Ausspruch erinnert 'la chimie organique est la science des corps qui n'existent pas'. Existieren denn wirklich diese Milliarden von Verbindungen? Denken Sie nur, was so ein unglücklicher Cetyl-Alkohol schon für Trabanten hat u. bei dem sind wir ja noch nicht am Ende. Ich kann es mir immer nicht denken, dass der liebe Gott den Chemikern das Leben hat so schwer machen wollen... Und ich versichere Sie, je mehr wir arbeiten desto einfacher gestalten sich die Verhältnisse, desto übersichtlicher u. natürlicher ordnet sich Alles... Ich bin ganz fest überzeugt, dass der Versuch die zahlreichen Isomerien beträchtlich vermindern wird" (336).

Dies sollte sich bestätigen. Erlenmeyer ließ sich jedoch von der übergroßen Zahl möglicher Isomere nicht abschrecken und blieb seinem Prinzip treu

"bei der Aufstellung von Hypothesen den allgemeinsten, den weitestgehenden Fall zuerst aufzusuchen und die Feststellung der eigentlichen Grenze dem Experiment zu überlassen" (337).

Und es klingt fast wie eine Rechtfertigung der Gedanken, die er in einer "Bemerkung" zu Marcelin Berthelots (1827-1907) Abhandlung "Ueber die Oxydation der Alkohole" äußerte, wenn er abschließend bemerkt:

"Ich glaube gern, dass derartige Betrachtungen von vielen, vielleicht von den meisten oder allen Chemikern für höchst müßig gehalten werden, aber das kann mich nicht von der Unrichtigkeit des Principes überzeugen, mit allen uns zu Gebote stehenden Mitteln den Thatsachen so tief wie möglich auf den Grund zu gehen" (338).

In diesen Worten zeigt sich wieder, wie unermüdlich Erlenmeyer für die Entwicklung der chemischen Theorie eintrat, daß ihr sein ganz besonderes Interesse galt.

Berthelot hatte in seiner Abhandlung festgestellt, daß kein Unterschied zwischen Gärungsalkohol und dem aus Äthylen gewonnenen bestehe und daß auch bei der Oxidation in beiden Fällen derselbe Aldehyd bzw. dieselbe Essigsäure entstehe, was die Identität erneut bestätige. Hingegen bestehe ein Unterschied zwischen dem durch Gärung und dem aus Propylen gewonnenen Propylalkohol. Erlenmeyer zeigte sich sofort von Berthelots Feststellungen überzeugt, obwohl sie im Widerspruch zu seiner eigenen, erst kurz zuvor geäußerten Ansicht standen. Er hatte geschrieben (339), der aus Äthylen gewonnene Alkohol sei nicht vollkommen identisch mit dem Gärungsweingeist, sondern nur isomer und stellte nun mit Bedauern fest, daß er Berthelots Mitteilung zu spät gelesen habe. Erlenmeyer zog in Übereinstimmung mit Berthelot den Schluß, daß die Bildung isomerer Alkohole erst beim Auftreten von mindestens 3 Kohlenstoffatomen vorkomme. Auch Äthylenchlorid und Äthylidenchlorid lieferten folglich denselben Äthylalkohol. Zur Erklärung der Identität eines aus "Aethylenchlorür" (Äthylenchlorid) CH_2Cl



mit einem aus "Aethylidenchlorür" (Äthylidenchlorid) CH_3
 CHCl_2

durch Einwirkung von Schwefelsäure gewonnenen Alkohols baute Erlenmeyer seine Vorstellungen aus, die man fast als Gedankenspiele bezeichnen kann: Unter der Annahme, Äthylidenchlorid und Äthylchlorid unterschieden sich darin, daß bloß eines der 2 Chloratome in beiden Verbindungen mit einem ungleichnamigen Kohlenstoffäquivalent, das andere in beiden mit einem gleichnamigen verbunden sei, würde man immer mit Ersatz des Chloratoms am ungleichnamigen Kohlenstoffäquivalent durch Wasserstoff identische Verbindungen enthalten (340).

Noch 1866 gab Erlenmeyer die Annahme

"dass die 4 Affinivalente in dem Kohlenstoffatom alle oder paarweise mit verschiedener Affinitätsgrösse begabt seien"

nicht auf. Er hatte es sich jedoch

"zur Pflicht gemacht, sie künftighin bei allen Untersuchungen v o r e r s t außer Betracht zu lassen um desto sicherer darüber ins Reine zu kommen, ob dieselbe auch zur Erklärung der Isomerien solcher Verbindungen nothwendig ist, welche mehr als 1 Atom Kohlenstoff enthalten" (341).

Noch immer hing er an dem Gedanken einer möglichen Verschiedenheit der Kohlenstoffäquivalente. Auch Lothar Meyer hatte 1864 in seiner Schrift "Die modernen Theorien der Chemie" die Hypothese von der unterschiedlichen Verwandtschaftsstärke der in einem Element vorhandenen Äquivalente "nicht für unzulässig" erklärt (342). Er gab jedoch 1866 zu, daß die Annahme einer Verschiedenheit der Affinitäten eines Kohlenstoffatoms überflüssig erscheine, da "alle jene Beobachtungen als irrig erkannt" worden seien (343).

1864 war Carl Schorlemmer (1834-1892) der Nachweis der Identität von "Aethylhydrür" und "Dimethyl" (C_2H_6) gelungen (344). Die

Widerlegung des Postulates verschiedener Kohlenstoffäquivalente machte erst den Weg für das räumliche Tetraedermodell und die Erklärung der optischen Aktivität durch Annahme des asymmetrischen Kohlenstoffatoms frei.

Auch Erlenmeyer erkannte schließlich seinen Irrtum. Im 2. Band seines Lehrbuchs heißt es im Kapitel "Anhang zu Weinsäure. Theorie von Le Bel und van't Hoff":

"Es ist nun kein Grund vorhanden, dass eines der 4 Wasserstoffatome (Anmerkung: des Methans) von dem Kohlenstoffatom stärker angezogen werden sollte, als ein anderes; daher darf man annehmen, dass jene ... sich in gleichen Abständen von dem Kohlenstoffatom und voneinander befinden" (345).

Otto Hecht, der den 2. Teil von Erlenmeyers Lehrbuch bearbeitete, schickte Erlenmeyer den betreffenden Korrekturbogen und schrieb dazu:

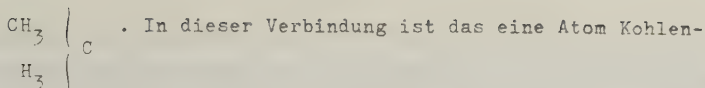
"Ob meine ausgedehnte Berücksichtigung der Le Bel-van't Hoff'schen Theorie Ihre Zustimmung findet, weiss ich nicht. In Ihrer Publication (346) sagen Sie über diesen Punct gar nichts..." (347).

Offenbar fand sie Erlenmeyers Zustimmung, denn sie fiel der Korrektur nicht zum Opfer.

Kolbe hingegen schrieb im 2. Teil seines "Kurzen Lehrbuchs der Chemie" über die Verbindung C_2H_6 noch folgendes:

"Ob der Aethylwasserstoff mit dem Molecül Methyl, dem sogenannten Dimethyl, identisch oder nur isomer ist, darüber gehen die Ansichten der Chemiker auseinander. Experimentelle Beweise sind weder für die eine noch für die andere Ansicht beigebracht (348). Wenn wir das Radical Aethyl als methy-
lirtes Methyl $\begin{array}{c} CH_3 \\ H_2 \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \\ C \end{array} \right.$ auffassen, so würde der Aethylwasser-

stoff als methylyrtes Grubengas zu betrachten sein:



. In dieser Verbindung ist das eine Atom Kohlenstoff, das des Methyls, dem anderen subordiniert. im Dimethyl $\text{CH}_3.\text{CH}_3$ sind beide coordiniert" (349).

Lange Zeit beschäftigte auch die Isomerie der Fumar- und Maleinsäure die Chemiker. Mit einer "Bemerkung zu den beiden vorstehenden Abhandlungen" schaltete sich Erlenmeyer in die Diskussion ein und kommentierte Kekulé's und Kolbes Abhandlungen "Über einige Fälle von Isomerie" (350). Erlenmeyer unterwarf hierbei Kekulé's Vorstellung von der Konstitution der Fumar- bzw. der Maleinsäure einer besonders kritischen Betrachtung. Kekulé hatte geäußert, der Unterschied der beiden isomeren Säuren bestehe darin, daß, so Erlenmeyer,

"der einen das eine, der anderen das andere Paar von Wasserstoffatomen, welches in der Bernsteinsäure mit je 1 Atom Kohlenstoff direct verbunden ist, fehle" (351).

An dieser Stelle verblieben zwei ungesättigte Verwandtschaftseinheiten des Kohlenstoffs, gewissermaßen "Lücken" (352).

Kekulé hatte dazu angemerkt:

"Man kann natürlich eben so gut annehmen, die Kohlenstoffatome seien an der Stelle gewissermassen zusammengeschoben, so dass zwei Kohlenstoffatome sich durch je zwei Verwandtschaftseinheiten binden. Es ist dies nur eine andere Form für denselben Gedanken" (353).

Hiergegen protestierte Erlenmeyer entschieden (354). Er sah nämlich einen großen Unterschied darin, ob die zwei Wasserstoffatome demselben, oder den beiden benachbarten Kohlenstoffatomen fehlten. Nur im zweiten Fall könnten sich die beiden Kohlenstoffe durch 2 Verwandtschaftseinheiten binden. Erlenmeyer vertrat die Meinung, die Wasserstoffatome fehlten jedesmal 2 verschiedenen Kohlenstoffatomen, wollte jedoch noch nicht entscheiden, ob

eine Doppelbindung oder freie Affinitäten entstünden. Erst die Entstehung eines Dehydrogenates aus der Malonsäure könnte ihn von Kekulé's Ansicht überzeugen (355).

Erlenmeyer sollte recht behalten mit seiner Anschauung, daß die beiden Wasserstoffatome beiden benachbarten Kohlenstoffatomen zugleich fehlten und mit seiner Vermutung, daß eine Mehrfachbindung zwischen den Kohlenstoffatomen vorliege. Doch blieben seine Worte nicht unwidersprochen. Butlerow wollte ohne Annahme von ungleichwertigen Wasserstoffatomen, also ungleichen Kohlenstoffäquivalenzen, von denen er aber zu dieser Zeit bereits Abstand genommen hatte, keine unterschiedlichen, isomeren Verbindungen erkennen, wenn die Wasserstoffatome jedes Mal, wie Erlenmeyer schrieb, zwei verschiedenen Kohlenstoffatomen fehlten (356).

Der grundlegenden Erklärung der Isomerie der Fumar- und Maleinsäure fehlte noch die räumliche Betrachtung.

Erlenmeyer war der Auffassung, diese würde von Kolbe berücksichtigt. Kolbe betrachtete dabei ausschließlich das in der Ausgangssubstanz Bernsteinsäure enthaltene "Aethylen" $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_3 \\ \text{H} \end{array} \left\{ \begin{array}{c} \text{C}_2 \end{array} \right.$

(C=6) mit 3 "gleichwertigen" und einem "selbständig funktionierendem" Wasserstoffatom (357). Bei Verlust zweier Wasserstoffatome könne sich das "Radical $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H} \\ \text{H} \end{array} \left\{ \begin{array}{c} \text{C}_2 \end{array} \right.$ " oder das "Radical

$(\text{C}_2\text{H}_2) \text{C}_2$ " ergeben, je nachdem, welches der Wasserstoffatome mit unterschiedlicher Funktion eliminiert würde. Die Folge davon seien 2 isomere Säuren, Fumarsäure und Maleinsäure. Kolbe erkannte jedoch richtig, daß allen Erklärungsversuchen die letzte Überzeugungskraft fehlte, denn keine dieser Hypothesen erklärte, weshalb Maleinsäure durch Erhitzen leicht in das Anhydrid übergang, Fumarsäure jedoch nicht. Auch wollte er nicht entscheiden, welche der vorgeschlagenen Formeln den isomeren Säuren jeweils

zuzuordnen sei. Zu Kekulé's Abhandlung (358) bemerkte Kolbe:

"Kekulé hat für diese merkwürdigen Fälle von Isomerie eine Erklärung versucht. Ich lasse dieselbe jedoch... unerörtert, schon deshalb, weil ich alle Versuche, die räumliche Lagerung der Atome in einer Verbindung zu bestimmen, von vornherein für vergeblich halte" (359).

Erlenmeyer hatte nun keine Scheu, unmittelbar hierzu zu bemerken:

"Was die Betrachtungsweisen von Kolbe betrifft, so sind sie gewiss nichts anderes, als Versuche, die räumliche Lagerung der Atome in einer Verbindung zu bestimmen, trotzdem dass Kolbe sagt, er halte solche Versuche von vornherein für vergeblich.

Es bleibt sich im Wesentlichen gleich, ob ich direct auf die Elemente zurückgehe und deren Lagerung zu ermitteln suche oder ob ich die Lagerung der Radicale (die aus den Elementen bestehen und schon eine Vorstellung über die Lagerung dieser Elemente involviren) als Mittel zu demselben Zwecke benutze" (360).

Kolbe, der sich völlig von einer räumlichen Betrachtungsweise der Atomanordnung distanzieren wollte und dies auch des Öfteren betonte, wandte sich empört gegen Kollegen, die seine Anschauungen anders interpretierten. Noch 1871, 8 Jahre nach Erlenmeyers Kommentar, schrieb er:

"Wenn mich Jemand versichert, er denke nicht an die Lagerung im Raume, wenn er von der Lagerung der Atome spreche, so glaube ich ihm das" (361).

In der Anmerkung fügte Kolbe hinzu:

"Anders macht es Erlenmeyer, welcher, obgleich ich oft wiederholt deutlich ausgesprochen habe, dass ich alle Versuche, die räumliche Lagerung der Atome in einer Verbindung zu ermitteln, für vergeblich halte, doch kein Bedenken

getragen hat zu versichern, meine Betrachtungsweisen seien gewiss nichts anderes, als Versuche, die räumliche Lagerung der Atome zu bestimmen (Zeitschrift für Chemie 1863,6,22)" (361).

Noch 1881 hatte er Erlenmeyers Bemerkung nicht vergessen und in einer großen, vierteiligen Abhandlung in seinem "Journal für praktische Chemie", die er zwecks weiterer Verbreitung auch als Broschüre erscheinen ließ, wiederholte er erneut:

"Meine an Bestimmtheit Nichts zu wünschen übrig lassenden Erklärungen, dass ich alle Versuche, über die räumliche Lagerung der Atome Aufschluss zu gewinnen, für vergeblich, für thöricht erachte, haben mir Nichts geholfen. Man will mich durchaus zum Mitschuldigen haben, und mich von dem wissenschaftlichen Standpunkte, den ich einnehme, mit Gewalt herabziehen. Neben Anderen hat auch Erlenmeyer den Versuch dazu gemacht, indem er mit bedauerlicher Unverfrorenheit in seiner Zeitschrift für Chemie Bd.6, S.22 Folgendes schreibt: 'Was die Betrachtungsweisen von Kolbe betrifft, so sind sie gewiss nichts anderes, als Versuche, die räumliche Lagerung der Atome in einer Verbindung zu bestimmen, trotzdem dass Kolbe sagt, er halte solche Versuche von vornherein für vergeblich.' Wenn ich einmal einen chemischen Vormund nöthig haben sollte, so möchte ich bitten, Hrn. Erlenmeyer lieber nicht dazu einzusetzen" (362).

Butlerow hielt die Betrachtungen über die räumliche Lagerung der Atome vor der Hand für unwesentlich und wollte sie beiseite lassen, stand ihnen aber nicht ganz ablehnend gegenüber:

"... so sehe ich nicht ein, warum alle Versuche die räumliche Lagerung derselben zu bestimmen, wie Kolbe meint, vergeblich sein sollten, warum sollte uns die Zukunft nicht lehren solche Bestimmungen auszuführen?" (363).

Erlenmeyer hatte erkannt, daß die Klärung der umstrittenen Fragen erst mit Hilfe der räumlichen Betrachtung möglich werde. Bereits 1864 sprach er eine Erscheinung an, die 1894 ihre Bestätigung durch die Untersuchungen Victor Meyers zur sterischen Hinderung chemischer Reaktionen fand (364) (365).

Erlenmeyer:

"... so muss man, wenn man die verschiedene Function von OH und NH_2 in Glycocol und Glycolamid erklären will, gerade seine Zuflucht zu verschiedener Lagerung der Atome im Raume nehmen, indem man sich denkt, dass z.B. NH_2 in einen Falle mehr, im anderen weniger von andern Atomen umlagert und deshalb weniger oder mehr dem Angriff der Reagentien ausgesetzt sei" (366).

Die chemische Strukturlehre hatte es ermöglicht, aus der Verteilung der Wirkung chemischer Verwandtschaftskräfte auch die Formeln der theoretisch möglichen Isomeren vorauszusagen. Man war auf diese Weise zu einer übergroßen Zahl von denkbaren Isomeren gekommen und suchte sie durch die Annahme verschiedener Radikale, verschiedener Affinitäten in einem Atom, oder einer verschiedenen Verteilung der Atome im Molekül zu erklären. Durch das chemische Experiment und durch genauere Untersuchungsmethoden ließ sich die Zahl der angenommenen Isomeren wieder reduzieren. Es trat aber der paradoxe Fall ein, daß die Strukturformeln zur Erklärung aller Isomerien anscheinend nicht mehr ausreichten. Trotz gleicher Atomverkettung zeigten einige Verbindungen unterschiedliche Eigenschaften, und man war gezwungen, die räumliche Anordnung der Atome im Molekül und schließlich die Natur des asymmetrischen Kohlenstoffs in Betracht zu ziehen.

7. Entwicklung der Strukturformel

Mit der Atomtheorie war es gelungen, die relativen Gewichte der Atome zu bestimmen. Damit wurde es möglich, nicht nur die Atome symbolisch darzustellen, sondern auch deren mengenmäßiges Verhältnis in einer Verbindung. Chemische Formeln wurden als Ausdruck für die Atomzusammensetzungen der Verbindungen geschaffen, um das Verständnis der chemischen Vorgänge zu erleichtern.

John Dalton (367) bezeichnete die einzelnen Elemente mit Symbolen. Chemische Verbindungen wurden durch möglichst symmetrische Anordnungen der Atomsymbole im zweidimensionalen Raum dargestellt:



Wasserstoff



Kohlenstoff



Sauerstoff



Stickstoff



Wasser



Kohlensäure

Daltons bildliche Darstellungen wurden durch die im wesentlichen noch heute verwendeten Atomsymbole verdrängt, die Berzelius von 1811 an entwickelte und 1814 erstmals beschrieben hat. Berzelius gab dazu folgende Erläuterungen:

"Die Zeichen, deren ich mich bei diesen Formeln bediene, sind insgesamt Buchstaben, und zwar die Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen der einfachen Körper. Die Metalloxyde bezeichne ich bloß mit diesen Buchstaben, wenn gleich andere Körper den nämlichen Anfangsbuchstaben haben sollten; so z.B. bedeutet O Sauerstoff, S Schwefel, C Kohlenstoff. Bei den Metallen von gleichen Anfangsbuchstaben setze ich den zweiten Buchstaben, und wenn auch dieser mehreren

gemein ist statt dessen den ersten Consonanten hinzu, welcher den beiden Metallnamen nicht gemeinschaftlich ist; so z.B. bedeutet Cu Kupfer, Co Kobalt, Sb Spiessglanz, Sn Zinn, Au Gold, Ag Silber, As Arsenik u.s.w." (368).

Die Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten für Elemente und die Ungewißheit definierbarer Verhältnisse ließen Berzelius (369) um 1814 daran zweifeln, daß man organische Verbindungen überhaupt durch chemische Formeln ausdrücken könne.

1815 (370) glaubte er aber bereits, daß die Zusammensetzung einer organischen Substanz durch eine Formel wiedergegeben werden könne, die möglicherweise ein Vielfaches der durch die Analyse gefundenen einfachsten Formel sei. Die Schreibweise: $6H + 4C + 3O$ für Essigsäure z.B. sollte eine Aussage über die quantitative Zusammensetzung und über die Atomverhältnisse in der Verbindung machen. Die Verteilung der Atome und deren Verknüpfung kam dabei nicht zum Ausdruck.

1833 verwendete Berzelius (371) die Bezeichnungen:

"empirisch" für Formeln, die das Resultat einer Analyse wiedergaben, entsprechend der heutigen Bezeichnung Summenformel, z.B. C^2H^6O für Äthylalkohol, und

"rationell" für Formeln, die die elektrochemische Aufteilung der Atome zeigten, z.B. $C^2H^6 + O$ für Äthylalkohol (im dualistischen Sinn). Auch später sprach man immer dann von rationalen Formeln, wenn man eine bestimmte Vorstellung von den Radikalbestandteilen geben wollte, während die empirische Formel eine ungegliederte, eine reine Summenformel war. Die rationelle Formel gab Einblick in den Aufbau des Moleküls und unterschied den Körper von einem anderen mit derselben empirischen Formel. Sauerstoffatome bezeichnete Berzelius durch Punkte, und die Anzahl von 2 Atomen desselben Elements brachte er durch einen Querbalken zum Ausdruck (372), z.B. $2H + O = \frac{2}{\text{—}}H$ für Wasser. Das Symbol mit dem Querbalken gewann, wie bereits ausgeführt, zur Zeit des internationalen Chemikerkongresses in Karlsruhe

1860 eine neue Bedeutung. -

1834 ließ Liebig (373) den Balken und den Punkt weg und schrieb H_2O .

Teilweise verwendete Berzelius für ein ganzes Radikal ein einziges Symbol und fügte 1837 (374) die Anzahl der Kohlenstoff- und der Wasserstoffatome hinzu: Acetyl $C^4H^6 = \frac{4}{6} A$ (das moderne Acetyl ist CH_3-CO-), entsprechend seiner Vorstellung von der Analogie der Elemente der anorganischen Natur mit den Radikalen der organischen Natur.

1826 hatte Thomas Clark (1801-1867) (375) für Alkohol, Ameisensäure und Essigsäure Formeln verwendet, die unseren heutigen sehr ähnlich sind:

Äthylalkohol $HO; CH, H; C, H, H, H$

Ameisensäure $H, CO, O; H$

Essigsäure $CH, H, H; CO, O; H$

Anfang der 50er Jahre erschienen die sogenannten Typenformeln. Sie sollten nur auf möglichst einfache Weise Analogien zum Ausdruck bringen, die die Entstehungs- und Zersetzungsweisen der Körper verdeutlichten und Vergleiche zwischen den Körpern erlaubten. Die "typischen Formeln" waren also reine Umsetzungsformeln. Gerhardt glaubte nicht, daß durch Formeln die wirkliche Anordnung der Atome im Molekül dargestellt werden könne. 1856 schrieb er in seinem Lehrbuch:

"C'est un préjugé si généralement répandu qu'on peut, par les formules chimiques, exprimer la constitution moléculaire des corps, c'est-à-dire le véritable arrangement de leurs atomes, que j'aurai peut-être de la peine à persuader du contraire quelques-uns de mes lecteurs" (376).

Die um den Kohlenstofftypus erweiterte Typentheorie erlaubte die Darstellung einer Substanz durch eine größere Anzahl rationeller Formeln, je nachdem welche Umsetzung deutlich gemacht werden sollte. Das Radikal hatte nur formale Bedeutung. In der Betrachtung

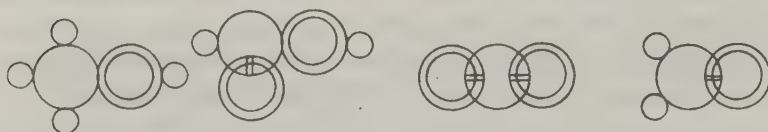
tung drang man nicht bis zur Verknüpfungsweise der Elemente selbst vor. Kekulé:

"Welche der verschiedenen rationellen Formeln man für bestimmte Fälle gerade gebrauchen will, ist wesentlich eine Frage der Zweckmäßigkeit. Die Berechtigung zur Annahme verschiedener rationeller Formeln für dieselbe Substanz kann nach den seither gegebenen Betrachtungen nicht bezweifelt werden. Dabei muss man natürlich im Auge behalten, dass die rationellen Formeln nur Umsetzungsformeln, aber keine Konstitutionsformeln sind, dass sie nichts anderes sind als Ausdrücke für die Metamorphosen der Körper, und Vergleiche der verschiedenen Substanzen untereinander; dass sie aber in keiner Weise die Constitution, d.h. die Lagerung der Atome in der bestehenden Verbindung ausdrücken sollen" (377).

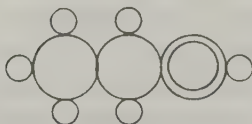
Im Gegensatz dazu war die Konstitutionsformel, die auf der konstanten Valenz der Atome beruhte, etwas unveränderliches. Sie sollte den genauen Aufbau des Moleküls aus Atomen zeigen und deren Verknüpfungsweise untereinander.

Eine sehr interessante graphische Darstellung gab Joseph Loschmidt (1821-1895) in einer kleinen, in Wien 1861 erschienenen Broschüre "Chemische Studien" (378). Diese offenbar unbeachtet gebliebene und später in Vergessenheit geratene Schrift wurde von Hermann Kopp (1817-1892) in "Liebigs Jahresbericht" für 1861 lediglich kurz genannt (379). Kekulé schrieb 1862 an Erlenmeyer etwas abfällig von Loschmidts "Confusionsformeln" (380) und erwähnte sie noch einmal 1865 in einer Anmerkung (381). Ihre Würdigung fanden Loschmidts Formeln erst 1912 durch Richard Anschütz (382), der ein Exemplar der Broschüre, die auch in Universitätsbibliotheken nicht vorhanden war, erst nach langem Suchen beim Wiener Antiquariat auffinden konnte (383). Loschmidts Aufsatz "Konstitutionsformeln der organischen Chemie in graphischer Darstellung" in der genannten Schrift enthält 368 gra-

phische Formeln, die eine Vorstellung von der Anordnung und Verknüpfungsweise der Atome geben. Die Atome stellte Loschmidt durch verschieden große Einfach- oder Mehrfachkreise dar, je nach Element. Der Mehrwertigkeit eines Atoms wurde dadurch Rechnung getragen, daß es auf einem zweiten mehrwertigen Atom entweder nur eine Stelle besetzte, wie der Sauerstoff im Methylalkohol, oder mehrere, wie der Sauerstoff in der Ameisensäure, im Kohlendioxid, im Formaldehyd etc.:



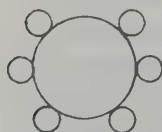
Auch die Kohlenstoff-Kohlenstoffbindung wurde veranschaulicht:



Äthanol

Sogar die Doppel- und Dreifachbindung zwischen zwei Kohlenstoffatomen stellte Loschmidt bildlich dar. (siehe Kapitel 8.a) Ungesättigte Verbindungen.)

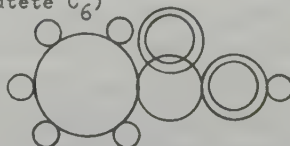
Loschmidt hatte 4 Jahre vor Kekulé's Benzoltheorie auch bestimmte Vorstellungen über die Konstitution der aromatischen Verbindungen entwickelt: (der große Kreis bedeutete C_6)



Benzol



Toluol



Benzoessäure

Diese graphischen Konstitutionsformeln sich ganz erstaunlich in einer Zeit, zu der man erst begann, der Valenztheorie die volle Geltung zu verschaffen.

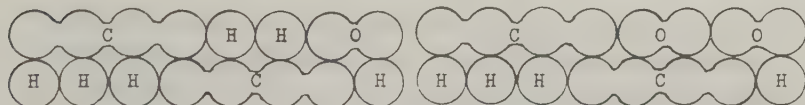
Kekulé verwendete in seinem Lehrbuch von 1859 (384) folgende Formelbilder, in denen die Atome je nach der Wertigkeit verschiedenen groß waren:



Methan

Kohlendioxid

Äthylchlorid



Äthylalkohol

Essigsäure

Er erläuterte dazu:

"Dabei muss indess wiederholt darauf aufmerksam gemacht werden, dass die gezeichnete Grösse der Atome nicht die wirklichen Grössenverhältnisse, vielmehr nur die Basizität derselben, und dass die Stellung der einzelnen Atome in keiner Weise die relative Stellung derselben im Raum ausdrücken soll" (385).

Kolbe verglich diese Formeln Kekulé's spöttisch mit Semmeln:

"Zu diesem Zwecke gab Kekulé den Atomen mehrwerthiger Elemente die Form von Semmeln mit ein, zwei oder drei Einschnürungen, wodurch Zwei-, Drei- und Vierback ähnliche Gestalten entstehen, deren Wulste je eine Affinität repräsentieren" (386).

Mehrfachbindungen drückte Kekulé durch Mehrfachberührungen aus, aber es berührten sich auch Zeichen von Atomen, die nicht mit-

einander in Verbindung gedacht wurden. Insofern sind Kekulé's Formeln denen von Loschmidt unterlegen.

1866 sehen Kekulé's graphische Formeln etwas anders aus, der Aufbau ist jedoch geblieben (387) :



Fig. 29: Aceton



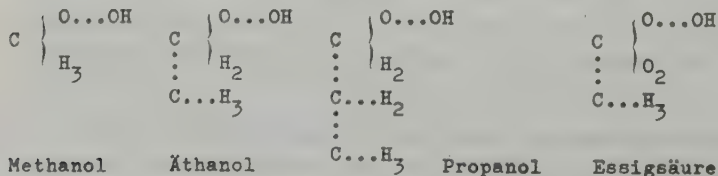
Fig. 27: Propylalkohol

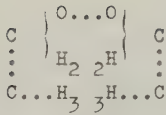
Erst 1867 wandte sich Kekulé von dieser Schreibweise ab und schrieb:

"... diese Unvollkommenheit (Anmerkung: der älteren Modelle) lässt sich, im Modell wenigstens, vermeiden, wenn man die vier Verwandtschaftseinheiten des Kohlenstoffs, statt sie in eine Ebene zu legen, in der Richtung hexaedrischer Axen so von der Atomkugel auslaufen lässt, dass sie in Tetraederebenen endigen" (388).

Damit verlegte er den Bereich der chemischen Betrachtungen aus der Ebene in den Raum.

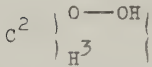
Couper, der gleichzeitig mit Kekulé die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und die Kettenbildung der Kohlenstoffatome erkannt hatte, lieferte 1858 die erste Symbolisierung der Bindung durch punktierte bzw. durchgezogene Linien (389) und war somit der erste, der die Konstitution der Verbindungen durch Formeln ausdrückte. Er ging bei seinen Betrachtungen bis auf die Elemente zurück und untersuchte deren gegenseitige Verwandtschaften:



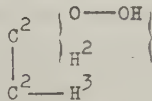


Diäthyläther

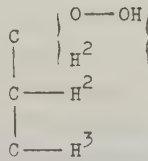
(C=12, O=8) (389a)



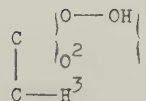
Methanol



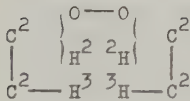
Äthanol



Propanol

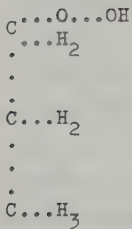


Essigsäure

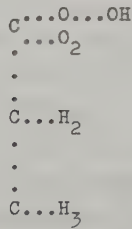


Diäthyläther

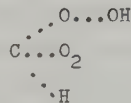
(im 1. Teil der Abhandlung: C=6, O=8;
 im 2. Teil der Abhandlung: C=12, O=8)
 (389b)



Propanol



Propionsäure

Ameisensäure (C=12, O=8)
(389c)

Coupers Formeln basieren noch auf der Annahme des Atomgewichts 8 für Sauerstoff. Schreibt man diese Formeln mit AG=16 für Sauerstoff, sind sie den modernen schon sehr ähnlich.

1859 lehnte Butlerow in einem Aufsatz "Bemerkungen über A. S. Coupers neue chemische Theorie" dessen Annahme, die

"Betrachtung der Eigenschaften des Kohlenstoffs würde genügen, um alle charakteristischen Thatsachen der organischen Chemie erklären zu können" (390)

ab, und bezeichnete die neuen Formeln als unbequem (391).

1861 setzte er sich in seiner Abhandlung "Einiges über die chemische Struktur der Körper" für die Erforschung der Molekülstrukturen und eine den neuen Ideen gemäßere Schreibweise ein, und akzeptierte zwischenzeitlich Coupers Darstellungen bis zu einem gewissen Grade:

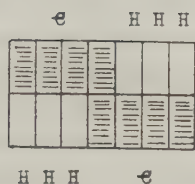
"Ich muss sogar bemerken, dass der Anschauung und den Formeln von Couper, dessen zu absolute und zu exclusive Schlüsse ich zur Zeit bestritt, ein ähnlicher aber nicht hinreichend klar aufgefasster und ausgedrückter Gedanke zu Grunde lag" (392).

7 Jahre später äußerte sich Butlerow noch einmal zu Coupers Formeln:

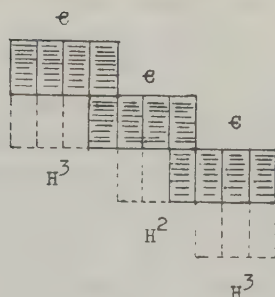
"Dass ferner die von Couper (leider nur kurz) ausgesprochenen Ansichten mit den jetzt fast allgemein anerkannten identisch sind, verneine ich nicht, und sicher sind die von Couper gegebenen Formeln rationelle Formeln im gegenwärtigen Sinne des Wortes, d.h. 'Constitutionsformeln oder Formeln chemischer Structur'" (393).

In der Tat kamen Coupers Formeln den modernen ein gutes Stück näher als Kekulé's, der entweder die "Semmelformeln" oder die Typenschreibweise verwendete (394).

Wurtz benützte 1864 in seinen "Leçons de Philosophie Chimique" (395) graphische Formeln, die, wie er selbst schrieb, analog zu Kekulé's "Semmelformeln" zu verstehen seien:

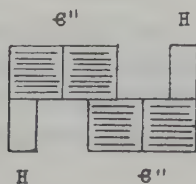


Äthan

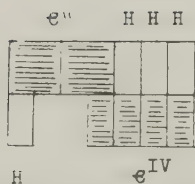


Propan

Jedes Kästchen sollte eine Affinitätseinheit darstellen. Wurtz betonte, daß durch diese Formeln keinesfalls die Form oder die Stellung der Atome zum Ausdruck kommen solle, sondern die gegenseitigen Bindungsverhältnisse und Verknüpfungspunkte. Im Gegensatz zu Erlenmeyer erklärte Wurtz den Aufbau von Äthylen und Acetylen nicht durch die Annahme einer Mehrfachbindung, sondern in Anlehnung an Couper, auf dessen Abhandlung (396) er diese Vorstellungen in einer Fußnote zurückführte, durch verschiedene Wertigkeitsstufen des Kohlenstoffs. Ein zwei- und ein vierwertiger Kohlenstoff konnten sogar nebeneinander in einer Verbindung vorkommen:

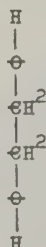
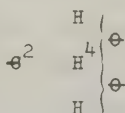


Acetylen

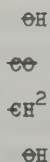
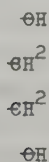


Äthylen

In demselben Werk (397) stellte Wurtz der Typenformel für Äthylenglykol die entsprechende Strukturformel gegenüber:



Die Schreibweise entspricht der unserer heutigen Formeln. In der Fußnote (398) wies Wurtz auf seine erstmalige Verwendung dieser Formeln im Jahre 1863 hin. Damals fehlten jedoch die Valenzstriche (399), z.B.:



Äthylenglykol

Glykolsäure

Oxalsäure

15 Jahre später betonte Wurtz in seiner 1879 veröffentlichten "La Théorie Atomique" (400), daß die mittlerweile weit verbreitete Formelschreibweise zum ersten Male von ihm verwendet worden sei, und zwar in seinen Vorlesungen des Sommersemesters 1863.

H. S. Mason (401) sah darin einen indirekten Angriff auf Coupers Priorität (402). Er kam zu dem Schluß, daß Couper der erste war, der die modernen graphischen Formeln gebrauchte, und Wurtz derjenige, der sie als erster mit den modernen Atomgewichten verwendete.

Man sollte jedoch die Bedeutung dieser Formeln von Wurtz nicht überbewerten. Er benützte sie in den folgenden Jahren nicht mehr. Er lehnte sie sogar für den damaligen Zeitpunkt als zu hypothetisch ab.

Mit F. Richter kann man sagen, daß Wurtz'

"Vorbehalte gegen diese von Couper eingeführte Schreibweise sich nicht auf logische Bedenken, sondern nur auf den derzeitigen Stand der experimentellen Kenntnisse bezogen" (403).

Wurtz ging es in seinen "Leçons de Philosophie Chimique" (404) eigentlich darum, die Schreibweisen gegenüberzustellen, dabei jedoch die Vorzüge der Typenschreibweise hervorzuheben. Er glaubte vor der Hand nicht an die Möglichkeit, die wahre Verknüpfung der Atome zu beschreiben und wollte es bei der Betrachtung der Radikalgruppe als Komplex belassen (405). Wurtz schrieb 1864 ausdrücklich, er sei weit davon entfernt daran zu denken, daß die völlig aufgelösten Formeln den klaren, einfachen Typenformeln vorgezogen werden sollten, denn die Kenntnis über die Art des Radikalaufbaues sei noch zu unvollkommen:

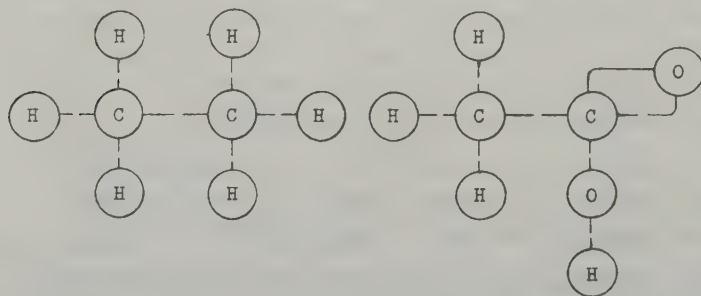
"... sous le prétexte de vouloir tout représenter par une telle formule, on s'expose à tomber ou dans l'embarras d'une exposition obscure ou dans l'arbitraire" (406).

Insgesamt sah Wurtz keinen wesentlichen Unterschied zwischen den Schreibweisen, sondern betrachtete die Strukturformel lediglich als etwas ausführlichere Form der Typenformel:

"Mais ne voit-on pas que cette formule n'est qu'une formule

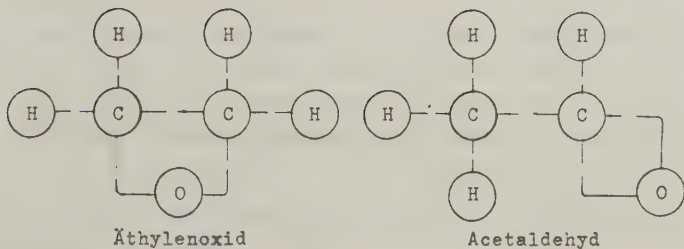
typique un peu délayée" (407).

Unserer heutigen Vorstellung verständlich erscheinen auch Alexander Crum Browns (1838-1922) Formeln. 1861 verwendete er in seiner Dissertation (408), die er allerdings erst 1879 im Druck erscheinen ließ, Strukturformeln mit punktierten Linien. Findlay (409) nahm an, daß Crum Brown Coupers Arbeiten nicht kannte. Dies ist jedoch bei einem Vergleich der Schreibweisen unwahrscheinlich. Daß aber beide Chemiker diese Formeln "scheinbar gemeinsam aus der Taufe hoben", wie Palmer (410) bemerkte, läßt sich sicher ausschließen, denn, obwohl sie im Wintersemester 1858/59 gleichzeitig an der Universität Edinburgh tätig waren, hatten sie keinen näheren Kontakt. Aus Crum Browns Briefen an Anschütz (1906) ist dies zu entnehmen (411). Bekannt wurden Crum Browns Formeln erst durch seine Veröffentlichung von 1864 (412). Er stellte jedes Atom durch sein übliches Symbol dar und umgab es mit einem Kreis, der für jedes Element gleich groß ist. Die von ihm ausgehenden Valenzen wurden durch Striche bezeichnet:



Äthan

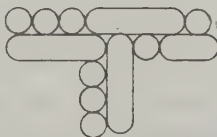
Essigsäure



In Deutschland fanden Crum Browns Formeln keine Verwendung. Kekulé wies 1865 in einer Anmerkung (413) ablehnend auf sie hin, während er die Vorzüge der von ihm selbst eingeführten graphischen Formeln hervorhob, für die er eine Reihe von Beispielen anführte. Dabei unterlief ihm jedoch ein Irrtum, indem er die Identität der Formeln für

"Methyl-Aethylalkohol"

28.



und

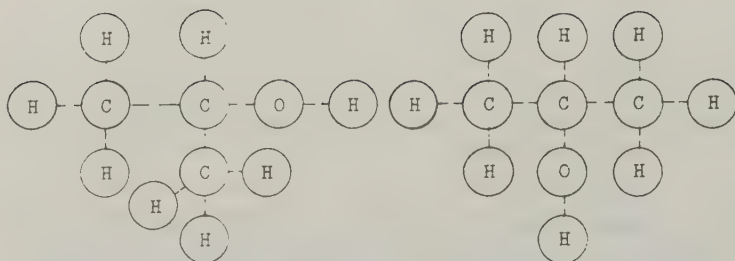
"Acetonalkohol"

30.



übersah, und damit zweierlei Isopropylalkohole angab.

Crum Brown wies sofort auf den Fehler hin (414), dessen Ursache er in Kekulé's graphischen Formeln sah, die eine in Wirklichkeit nicht vorhandene Verschiedenheit der Verbindungen vortäuschten. Dieser Irrtum hätte sich bei Anwendung der von ihm 1861 (415) vorgeschlagenen Formeln vermeiden lassen:



Kekulé scheint Crum Browns berechtigte Kritik nicht gelesen zu haben, denn der Fehler wiederholte sich in der 1 Jahr später erschienenen deutschen Übersetzung von Kekulé's Abhandlung in den Annalen (416). Anschütz (417) hielt eine Flüchtigkeit seitens Kekulé, wie sie Ladenburg (418) annahm, für ausgeschlossen und stimmte Crum Brown zu, der die ungünstige Wahl der graphischen Darstellung verantwortlich machte.

In England machte Frankland von Crum Browns Formeln Gebrauch. Er bemerkte dazu in seinen "Lecture Notes for Chemical Students":

"To illustrate important constitutional formulae, I have extensively adopted the graphic notation of Crum Brown, which appears to me to possess several important advantages over that first proposed by Kekulé. Graphic notation affords most valuable aid to the teacher in rendering intelligible the constitution of chemical compounds, especially when it is supplemented by what may be called the glyptic formulae of Hofmann" (419).

Frankland meinte damit die von Hofmann (420) seit 1865 als Vorlesungsmodelle verwendeten Moleküle, deren Atome aus Holzkugeln bestanden, die durch Stäbe - die von ihnen ausgehenden Affinitäten darstellend - miteinander verbunden waren.

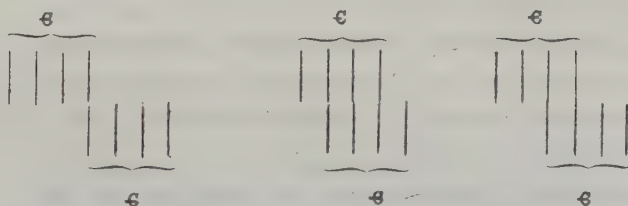
Weiter lobte er die Vorzüge dieser Formelschreibweise:

"This mode of notation, although far too cumbrous for general use, is invaluable for clearly showing the arrangement of the individual atoms of a chemical compound. ... the graphic form affords most important assistance... in making comparatively easy of comprehension the internal arrangement of the very complex molecules..." (421).

Die Reaktion auf Crum Browns Formeln schilderte Frankland in einem Brief an diesen:

"There is a good deal of opposition to your formulae here, but I am convinced that they are destined to introduce much more precision into our notions of chemical compounds. The water-type, after doing good service, is quite worn out" (422).

Zur Darstellung der "im Molecül stattfindenden Affinitätsausgleichungen" verwendete Wilbrand (423) graphische Formeln, in denen auch die Mehrfachbindungen Berücksichtigung fanden:



C_2H_6 "Aethylwasserstoff" / C_2H_2 "Acetylen" / C_2H_3Cl "Vinylchlorid"

Alle diese Darstellungsweisen konnten sich auf die Dauer nicht durchsetzen. Doch sie waren bereits Ausdruck der neuen Ideen, die auf der Atomigkeit der Elemente basierten. Im Gegensatz zu Gerhardts und den Anhängern seiner Typentheorie, die glaubten, niemals in das Innere der unendlich kleinen Körper eindringen zu können, hielten es die Verfechter der Strukturchemie für durchaus möglich, ein Molekül eindeutig in seiner Bauweise zu

beschreiben. Während durch den hartnäckigen Einsatz Erlenmeyers, Butlerows und Kekulé die Vorstellungen der Strukturlehre allmählich Verbreitung fanden, hinkte die Schreibweise als Ausdruck dieser Ideen doch ganz unzeitgemäß hinterher. Die Typentheorie war überholt, die Typenschreibweise aber wurde von vielen, wenigstens der äußeren Form nach beibehalten. Doch die Phase des Suchens nach einer Darstellung, die dem neuen Stand der theoretischen Erkenntnisse entsprach, ist deutlich zu erkennen.

1860 glaubte Erlenmeyer noch, eine Verständigung über eine einzige, ganz bestimmte und eindeutige Formelschreibweise sei nicht so rasch erreichbar und hielt deshalb Karl Weltziens (1813-1870) Versuch (424), eine einheitliche Nomenklatur einzuführen, zwar für anerkennenswert aber auch für sehr problematisch. Vor allem sei die

"Divergenz der Ansichten noch so bedeutend, so lange die neuere Betrachtungsweise noch so wenig consolidirt ist, wie in diesem Augenblick" (425).

Überdies sah Erlenmeyer eine einheitliche Nomenklatur nicht für unbedingt notwendig an, weil der lehrende und forschende Chemiker mit allen Ansichten vertraut sein müsse.

1861 schrieb er:

"Man muss aber noch viel, sehr viel arbeiten, ehe man daran denken kann, durch Aufstellung einer Constitutionsformel die Acten zu schliessen und sich in Betreff der Kenntnis dieser Körper zu beruhigen. Eine solche Constitutionsformel wird aber niemals etwas anderes sein können als ein Ausdruck für die charakteristischste chemische Spaltbarkeit, durch welche ein bestimmter Körper sich von seinen Isomeren unterscheidet" (426).

Was man von einer neuen Schreibweise erwartete, beschrieb Butlerow 1861:

"Werden wir nun, so weit möglich, die chemische Structur der Körper zu bestimmen suchen und gelingt es uns dieselbe in unseren Formeln auszudrücken, so werden diese Formeln in einem gewissen, obgleich noch unvollständigen Grade, wirklich-rationelle Formeln sein. - Für jeden Körper wird in diesem Sinne nur Eine solche rationelle Formel möglich, und wenn die allgemeinen, die Abhängigkeit der chemischen Eigenschaften der Körper von ihrer chemischen Structur regierenden Gesetze abgeleitet sein werden, wird eine solche Formel alle diese Eigenschaften ausdrücken. Typische Formeln, in ihrer jetzigen Bedeutung würde man dann gar nicht, oder höchstens nur in den Fällen gebrauchen, wo man gewisse Analogien kürzer ausdrücken will. Die gegenwärtige Bedeutung dieser Formeln ist nämlich für den jetzigen Stand der Wissenschaft zu eng geworden" (427).

Butlerow hielt es zwar nicht für unmöglich,

"auch die jetzt gebräuchlichen typischen Formeln im Sinne der chemischen Structur und der Atomigkeit zu gebrauchen, ohne typische Anschauungsweise daran zu knüpfen" (427),

aber dies erschien ihm wenig passend. Er setzte seine Hoffnung in die zukünftige Entwicklung:

"Die Zeit und die Erfahrung werden uns am besten lehren, wie die neuen die chemische Structur ausdrückenden Formeln gestaltet werden müssen" (427).

Die Gestaltung der neuen Formeln schuf Erlenmeyer. Er war derjenige, der unsere heute noch gebräuchliche Darstellungsweise verwendete und, wie bereits ausgeführt, sein Lehrbuch der organischen Chemie vollständig in der neuen Schreibweise verfaßte. Die von ihm verwendeten großen lateinischen Buchstaben mit ausgezogenen Bindestrichen, die die Verbindungsweise der einzelnen Valenzen darstellten, setzten sich durch. Die Tatsache, daß diese Schreibweise nicht nur zeitweise auftauchte,

sondern allgemeine Anerkennung fand und seit über 100 Jahren erhalten blieb, verdankt sie ihrer Klarheit und Anschaulichkeit. Ihre Zweckmäßigkeit bewies sie bei all den an sie gestellten Anforderungen. In dem wahrscheinlich von Erlenmeyer selbst verfaßten Prospectus zu seinem Lehrbuch wurde diese Formeldarstellung

"als der allgemeinste Ausdruck aller bisher dagewesenen Schreibweisen" (428)

bezeichnet, verbunden mit der Klage:

"Der Systeme, nach welchen die Thatsachen geordnet werden, giebt es fast ebenso viele wie Lehrbücher, der Formelschreibweisen fast ebenso viele wie Forscher" (428).

Es dauerte dann noch etliche Jahre bis Erlenmeyers Schreibweise bei den Chemikern seiner Zeit Verwendung fand. Die Typentheorie war so verbreitet, daß man sich offenbar scheute, sie zu ersetzen. Selbst diejenigen Chemiker, die die damals neuen Ideen der Strukturchemie vertraten, brachten ihre Ansichten in der alten Schreibweise zum Ausdruck. So weigerte sich Williamson (429), der zu den Begründern der Valenztheorie gehört, hartnäckig, in seinen Formeln die Valenzstriche zu benutzen. Daß ein Vertreter der Strukturlehre nicht notwendigerweise die dazu passende Formeldarstellung verwendete, zeigt sich an Kekulé. Fisher (430) sah den Grund dafür in Kekulé's fester Überzeugung, daß absolute Konstitutionsformeln nicht aus chemischen Überlegungen abgeleitet werden könnten.

Kekulé, obwohl er sich von der Typentheorie abgekehrt und die Verbindung der Kohlenstoffatome untereinander durch ihre Äquivalente erkannt hatte, sowie diese Idee in allen seinen Veröffentlichungen vertrat, gebrauchte weiterhin die "typische Schreibweise". Sogar im 3. Band seines Lehrbuchs von 1882 verwendete er noch Typenformeln, offenbar weil sie den meisten geläufig waren und er gelesen und verstanden werden wollte.

Die Auseinandersetzungen um eine zeitgemäße Darstellungsweise begannen 1861, dem Jahr, in dem Butlerow zum ersten Mal den Begriff Struktur für den Bau eines Moleküls definierte (431). Noch war man unsicher, ob sich die Zusammenhänge im Innern eines Moleküls überhaupt erkennen und beschreiben ließen. Butlerow:

"Mit Gerhardt zusammen verneinen wir gegenwärtig die Möglichkeit, über die Lage der Atome im Innern des Molecüls Rechenschaft zu geben und es scheint sehr natürlich, dass die Chemie, welche mit den Körpern nur im Zustande ihrer Verwandlungen zu thun hat, unmächtig ist, so lange die physikalischen Untersuchungen nicht zu Hülfe gekommen sind, über diese mechanische Structur ein Urtheil zu geben... Wir wissen zwar nicht, welcher Zusammenhang zwischen der chemischen Einwirkung, die die Atome im Inneren des zusammengesetzten Molecüls auf einander ausüben, und ihrer gegenseitigen mechanischen Lage stattfindet, wir wissen sogar nicht, ob in einem zusammengesetzten Molecül, zwei unmittelbar chemisch auf einander wirkende Atome unmittelbar neben einander liegen, aber wir können doch... nicht leugnen, dass die chemischen Eigenschaften eines Körpers besonders durch den chemischen Zusammenhang der ihn constituirenden Elemente bedingt werden" (432).

Ähnlich äußerte sich Kekulé im 1. Band seines Lehrbuchs. Er knüpfte daran jedoch im Gegensatz zu Butlerow die Folgerung, daß man vorläufig von Formeln als Ausdruck der Konstitution ganz absehen müsse:

"Es ist möglich, es ist sogar wahrscheinlich, dass spätere Forschungen Schlüsse auf die innere Constitution der Verbindungen gestatten und das Aufstellen wirklicher Constitutionsformeln ermöglichen werden. Bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse muss ein solcher Versuch für verfrüht

angesehen werden und es scheint geeigneter, die chemischen Formeln vorerst... - bis die Zahl der Anhaltspunkte sich vermehrt hat - nur für rationelle Formeln (d.h. für einen Ausdruck der Beziehungen und Metamorphosen), nicht aber für Constitutionsformeln gelten zu lassen" (433).

Diese Vorsicht ist eigentlich nicht ganz verständlich, denn man hatte bei einer Vielzahl von Verbindungen genaue Vorstellungen über die Verknüpfungsweise der Atome untereinander entwickelt. Aber nicht nur sogenannte rationelle, sondern auch empirische Formeln, die über die Verbindungen der einzelnen Atome überhaupt nichts mehr aussagten, fanden breite Verwendung. Insbesondere hierin zeigt sich die damalige allgemeine Unsicherheit bezüglich einer strukturierten Formelschreibweise.

Kekulé gab in seiner Veröffentlichung "Ueber einige organische Säuren" zwei Gründe an und schrieb:

"Man wird bemerkt haben, dass ich mich in dieser Mittheilung aller sog. rationellen Formeln enthalten und nur völlig empirischer Formeln bedient habe. Die Beweggründe dazu sind zweierlei Art. Zunächst ist man heut zu Tage, wo fast jeder Chemiker die sog. rationellen Formeln in einer ihm eigenthümlichen Weise schreibt, nur dann allgemein verständlich, wenn man sich mit empirischen Formeln begnügt; es ist dabei für jeden leicht durch Anwendung der Principien, nach welchen er sonst seine Formeln bildet, diese empirischen Formeln in diejenige Schreibweise zu übertragen, die er gerade für besonders rationell hält. Der zweite Beweggrund aber ist der, dass es u n m ö g l i c h ist gleichzeitig die Beziehungen und Eigenschaften sämtlicher in Rede stehender Substanzen in zugleich einfacher und klarer Weise auszudrücken, gleichgültig nach welchem der jetzt herrschenden Principien man auch die rationellen Formeln bilden mag" (434).

Während sich Kekulé in dieser Abhandlung lediglich empirischer Formeln bediente, hatte er sich in einer kurz zuvor erschienenen Veröffentlichung aus demselben Jahr "Ueber Itaconsäure und Pyroweinsäure" (435) noch zur "typischen Schreibweise" bekannt, allerdings bereits mit einer gewissen Skepsis.

Erlenmeyer erschien es angezeigt, durch eine "Anmerkung der Redaction" - also von ihm selbst - nicht nur an diese Abhandlung zu erinnern und auf Kekulé's Umschwenken bezüglich der Schreibweisen aufmerksam zu machen, sondern auch Kekulé's Betrachtungen in der Übersetzung sogar wörtlich und in vollem Umfang zu wiederholen. Erlenmeyer:

"Er schliesst diese Betrachtungen mit folgenden Bemerkungen:

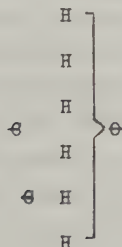
'Man wird nicht in Abrede stellen können, dass diese Formeln in der Schreibweise der Typentheorie die Beziehungen der in Rede stehenden Substanzen ausdrücken; aber man kann andererseits nicht verkennen, dass sie nicht mehr die Einfachheit und Klarheit besitzen, welche sonst gewöhnlich die typischen Formeln charakterisiren. Die Ursache davon ist übrigens leicht einzusehen. Die Schreibweise unserer Formeln ist eine Sache der Uebereinkunft. Die meisten Chemiker sind übereingekommen sich der typischen Schreibweise zu bedienen, mit Ausnahme einiger, die es aus irgend welchen Gründen vorziehen, dieselben Ideen in etwas anderer Form auszudrücken. Wenn neue Thatfachen aufgefunden worden sind, so genügt es, das Princip der gerade gebräuchlichen Schreibweise auf sie anzuwenden, um zu Formeln zu gelangen, welche die Thatfachen zusammenfassen... Man wird es nun immer zweckmässiger finden, die Eigenschaften und Beziehungen der Körper in kurzen symbolischen Ausdrücken zusammenzufassen, als sie in weitschweifigen Beschreibungen aufzuzählen. Man sollte dabei aber nie vergessen, dass die chemischen Formeln die Ideen nur ausdrücken, aber nie er-

setzen können, und ferner, dass Fälle vorkommen können, in welchen unsere Formeln, schon wegen des Principis, welches ihnen als Grundlage dient, die Thatsachen nur in unvollständiger Weise ausdrücken können.

Bei einem solchen Stand der Dinge ist es vielleicht nicht ungeeignet, wenn ich hier nochmals die Ideen zusammenfasse, die, nach meiner Ansicht, durch die Schreibweise der Formeln ausgedrückt werden sollen. Wenn eine organische Substanz Sauerstoff enthält, der mit der Kohlenstoffgruppe nur durch eine von den zwei Affinitätseinheiten, die das Sauerstoffatom besitzt, verbunden ist, so löst sich dieser Sauerstoff leichter von der Kohlenstoffgruppe los, als derjenige, der durch seine beiden Affinitätseinheiten an Kohlenstoff gebunden ist. Derjenige Wasserstoff eines organischen Molecüls, der mit dem Kohlenstoff nur in indirecter Verbindung steht, trennt sich leichter los, und wird leichter ersetzt, als diejenigen Wasserstoffatome, die direct an Kohlenstoff gebunden sind. Die chemische Natur solcher mit der Kohlenstoffgruppe nur durch Vermittlung des Sauerstoffs zusammenhängender Wasserstoffatome (oder richtiger gesagt, die chemische Natur des Platzes, den sie einnehmen) ist abhängig von der chemischen Natur der Elemente, die sich im Molecül in seiner Nähe befinden. Solcher Wasserstoff wird leicht durch Metalle ersetzt, wenn er sich in der Nähe von z w e i Sauerstoffatomen befindet; er besitzt diese Eigenschaft nicht, wenn er nur e i n e m Sauerstoffatom benachbart gestellt ist" (436).

In diesen Worten Kekulé's zeigt sich, wie klar die Einsicht in die Struktur eines Molecüls bereits war, wie schwer es aber fiel, diese Erkenntnisse durch eine Formel zu gestalten. Die Typenformeln waren nicht mehr passend, man war jedoch an ihr Bild gewöhnt. Eine, der neuen Betrachtungsweise entsprechende Formelschreibweise, die allgemeine Zustimmung und Verwendung

fand, gab es nicht und viele Chemiker gebrauchten, ihrem individuellen Geschmack entsprechend, eigene Formeln. Erlenmeyers Auseinandersetzungen mit der Typenschreibweise ziehen sich wie ein roter Faden durch seine Abhandlungen in der "Zeitschrift für Chemie". Sein Suchen nach einer neuen Darstellungsweise wird sehr deutlich, wenn er bemerkte, eine Verbindung solle so geschrieben werden, daß "die grösste Mannigfaltigkeit ihrer chemischen Umsetzungen" ausgedrückt werden kann. Andererseits dürfe aber die "Auseinanderreissung" der Radikale nicht zu weit gehen, denn wenn man z.B. den Weingeist folgendermaßen schriebe:



ließen sich zwar alle möglichen Zersetzungen erkennen, aber der Überblick über die Beziehungen der Verbindungen und Analogien untereinander wäre verloren. Auf keinen Fall dürften jedoch

"die als Radical geschriebenen Atomgruppen für in der Verbindung fertig gebildete zusammengesetzte Atome" (437)

gehalten werden. In seiner Abhandlung "Vorläufige Notiz über eine etwas abgeänderte Betrachtungsweise der Alkohole und ihrer Derivate" (438) zeigte sich Erlenmeyer 1861 noch als echter "Typiker" in der Verwendung einer entsprechenden Schreibweise für Alkohole, Glycole und Glycerine. Er war sich jedoch bewußt, daß diese Schreibweise trotz aller Vorzüge nicht die Endstufe war und suchte nach einer neuen, besseren Form der Darstellung:

"Wir sind jetzt so weit vorangeschritten, dass wir einer

jeden Betrachtungsweise oder Form der Schreibweise der Bestandtheile einer Verbindung volle Berechtigung zuerkennen, sobald sie nur ein Bild der chemischen Spaltbarkeit... zu geben geeignet ist. Die Betrachtungsweise, welche die chemische Spaltbarkeit einer Verbindung oder einer Reihe von Verbindungen unter möglichst verschiedenen Einflüssen erkennen lässt, ist gerechtermassen die am meisten bevorzugte. Einer solchen Stellung hat sich die typische Betrachtungsweise zu erfreuen. Seit ihrem ersten Erscheinen ist sie auf die mannigfaltigste Weise variiert worden und man muss gestehen, dass eine ihrer vortheilhaftesten Seiten ihre grosse Beweglichkeit ist...

... dass wir den Fortschritt der Wissenschaft hemmen, wenn wir uns fest an e i n e Schreibweise anklammern und sie vertheidigen. Wir werden dadurch nach längerem Gebrauch unbewusst verleitet, sie für die Ausdrucksweise der wahren chemischen Constitution zu halten und wir versperren uns selbst mehr oder weniger die Wege zur Aufsuchung neuer Beziehungen und zu neuen Entdeckungen" (439).

Die wahre chemische Konstitution zu ermitteln hielt Erlenmeyer ebenso wie Butlerow (440) und Kekulé (441) zu dieser Zeit noch nicht für möglich.

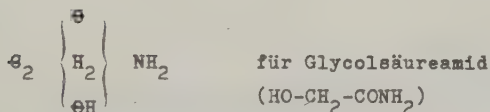
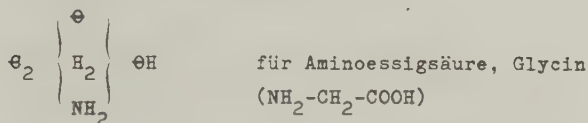
Während Erlenmeyer 1861 noch die Variationsfähigkeit der "typischen Schreibweise" für "eine ihrer vortheilhaftesten Seiten" hielt, führte ihn gerade diese "mangelnde Eindeutigkeit", wie er sie dann später nannte, zur Kritik an der Typentheorie. (siehe Kapitel 3c: Schwächen der Typentheorie und Erlenmeyers Abkehr.)

1862 bekräftigte Erlenmeyer die Notwendigkeit "relative Constitutionsformeln" zu gebrauchen - dieser Begriff tauchte hier zum ersten Mal auf -, da

"wir mit blossen typischen Zersetzungsformeln nicht mehr

ausreichen" (442).

Als ein Versuch auf dem Wege zur Strukturformel müssen seine hier verwendeten Formeln gelten, z.B.



Erlenmeyer bezeichnete sie als Situationspläne, bei deren Verwendung er nicht die Absicht habe, die wirkliche Lagerung der Atome zu zeigen, die jedoch eine

"topographische Analogie der Derivate mit der Muttersubstanz" (442)

ausdrücken sollten. Die "Muttersubstanz" war aber nicht ein bestimmter Typ, sondern bei den gezeigten Beispielen Monochlor-essigsäure bzw. Glycolsäureester, die mit Ammoniak behandelt, isomere Verbindungen lieferten. Den Grund für die Isomerie sah Erlenmeyer in einer "topographischen Vertheilung" der Atome:

"Und die entstehenden neuen Verbindungen werden Verschiedenheiten zeigen, je nachdem ein bestimmtes Substituens diesen oder einen andern Platz eingenommen hat" (443).

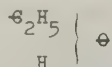
Er stellte fest, daß die einzelnen, stofflich identischen Bestandteile eines Moleküls wegen ihrer unterschiedlichen topographischen Lage weder in der Verbindung selbst, noch bei Reaktionen absolut identische Funktion haben könnten.

Die Typenschreibweise hatte Erlenmeyer 1862 verlassen und schrieb, beziehnehmend auf seine Abhandlung "Vorläufige Notiz über eine

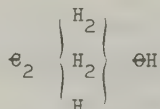
etwas abgeänderte Betrachtungsweise der Alkohole und ihrer Derivate" (444), fast entschuldigend:

"Dass ich damals die typische Schreibweise bis zu einem gewissen Grade beibehielt, hatte seinen ganz bestimmten Grund, auf den ich in einer ausführlicheren Abhandlung über diesen Gegenstand zurückzukommen gedenke" (454).

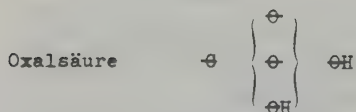
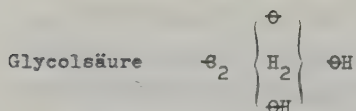
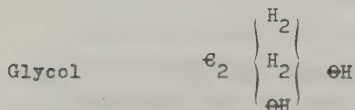
Der "typischen Schreibweise" von 1861 für Äthanol



zog er jetzt, im Jahre 1862 den "topographischen Ausdruck"



Die entsprechenden Ausdrücke für



ließen zwar, wie beabsichtigt, die "Analogie zur Muttersubstanz"

erkennen, aber Erlenmeyer sah diese Art der Darstellung noch als Versuch an:

"Ich halte es noch nicht an der Zeit, meine Gründe für solche Schreibweise hier auseinanderzusetzen, weil noch nicht alle Experimente vollendet sind, die ich zur Entscheidung der Frage, ob dieselbe empfehlenswerth oder verwerfenswerth ist, anzustellen mir aufgegeben habe" (446).

Offenbar betrachtete er diese Form der Darstellung im weiteren nicht als empfehlenswert, denn sie taucht später nicht mehr auf. Den Begriff "relative Constitutionsformel", den Erlenmeyer 1862 (447) zum ersten Mal verwendet hatte, behielt er jedoch bei und vertrat konsequent den Gedanken der Atomverkettung, den er mit dieser Bezeichnung verband.

Im Jahre 1863 erwartete er bereits von einer Formel, daß sie die

"Zusammenfügung... der Aequivalente zu Aequivalentenpaaren" (448),

also die Konstitution, zur Anschauung bringen müsse.

Eine genaue Definition der "relativen Constitutionsformel" gab er 1864. Ausgehend von der Annahme, daß sich die Anziehungstärke der einzelnen Äquivalente eines mehrwertigen Elements durch deren Verknüpfung mit verschiedenen anderen Elementen jeweils verändert, unterschied Erlenmeyer zwischen der w a h r e n und der r e l a t i v e n Konstitution:

"Weil wir über diese Verhältnisse für jetzt so gut wie keine bestimmten Kenntnisse besitzen, so sind vor der Hand auch alle unsere Bemühungen, die w a h r e Constitution chemischer Verbindungen zu ermitteln, ganz fruchtlos und wir müssen uns deshalb mit der Annahme einer r e l a t i v e n Constitution begnügen" (449).

In demselben Sinne hatte er sich bereits 1862 geäußert:

"Nach allem, was wir bis jetzt darüber wissen, scheinen die

einzelnen Affinitäten mehraffiner Körper der Qualität der Elemente gegenüber eine ganz bestimmte Rolle zu spielen, und es scheint für ein und dasselbe Element keineswegs gleichgültig zu sein, ob es mit dieser oder jener Affinität eines mehraffinen Atoms in Verbindung steht. Für jetzt sind wir noch nicht im Stande, die hier ganz ohne Zweifel vorhandene Gesetzmässigkeit allgemein zu bezeichnen. Die volle Einsicht in dieselbe wird sicher auch zur Erkenntnis der wahren chemischen Constitution führen" (450).

Ein zweites Mal erschien die Definition 1867 in der Einleitung zum 1. Band von Erlenmeyers Lehrbuch:

"Unter der relativen Constitution einer chemischen Verbindung verstehen wir die relative Zusammenfügungsweise der Affinivalente ihrer Elementarbestandtheile" (451)

und in einer Anmerkung dazu:

"Da wir bei der Aufstellung von Constitutionsformeln stets mit irgend einer Muttersubstanz oder, wenn man es so nennen will, mit einem Typus, resp. mit einer ganzen Anzahl von Typen vergleichen, so setze ich noch das Wort relativ vor" (452).

Erlenmeyer hob dabei hervor, daß er den früher (453) schon gebräuchlichen Ausdruck "Constitution" dem in neuerer Zeit von Butlerow eingeführten Begriff "Structur" vorziehe, da dieser seiner Meinung nach ein Wissen über die Form der Atome und deren Lagerung im Raume voraussetze. Butlerow hatte hingegen erklärt, er nenne die Art und Weise des Zusammenhangs der Atome in einer chemischen Verbindung lieber "chemische Structur" (454). Er hielt dies für bezeichnender, außerdem sei dieser Begriff noch nicht wie das Wort "Constitution" in verschiedenen Bedeutungen gebraucht worden, und führe deshalb nicht so leicht zu Mißverständnissen.

Bereits 1864 sah Butlerow aber von jeglicher Unterscheidung zwischen den Bezeichnungen ab. Er nannte als Grundlage der damals modernen Anschauungen,

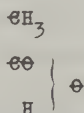
"den Begriff der Atomigkeit der Elemente und die von demselben unzertrennliche Beurtheilung der Art und Weise der chemischen Bindung der elementaren Atome im Inneren der zusammengesetzten Moleküle (chemische Structur, Constitution oder relative Constitution)" (455).

Die relative Konstitutionsformel Erlenmeyers von 1862 machte im äußeren Erscheinungsbild noch einigen Wandel durch.

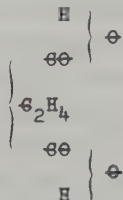
Butlerow beschrieb 1863 die Zusammensetzung der Essigsäure nach den modernen Ansichten des Strukturchemikers:

"Die 2 Kohlenstoffatome sind hier also mit einander verbunden und eins davon mit H_3 , das Andere mit Θ und $H\Theta$ vereinigt" (456).

Für die Formel gebrauchte er jedoch in Anlehnung an die Typentheorie eine geschweifte Klammer (457):

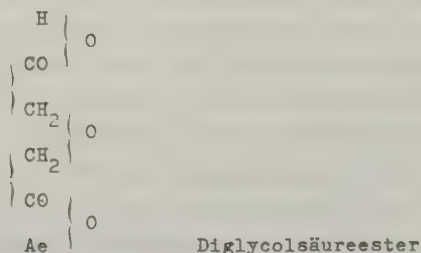


In ähnlicher Weise schrieb er für Bernsteinsäure:



Obwohl Butlerow mit Nachdruck für die Strukturlehre eintrat und die Lage der Atome im Innern des Moleküls für erforschbar hielt,

war er in seiner Darstellungsweise noch inkonsequent und verwendete nach wie vor das Formelbild der Anhänger der alten Typentheorie, z.B.



Er gab auch einen Grund hierfür an:

"Wenn ich gerade solche nicht ganz bequeme Formeln zum Ausdrücken der chemischen Structur, hier und im Vorhergehenden, anwende, so lasse ich mich dabei durch den Gedanken leiten, dass dieselben ihrer Gestalt nach den typischen ziemlich nahe stehen und darum wohl leichter als irgend welche andere zu verstehen sind" (458).

1863 wiederholte Kekulé seine Gründe, nur noch empirische Formeln benützt zu haben:

"Ich habe es aus mehrfachen Gründen, namentlich um allgemein verständlich zu sein, vorgezogen, bei diesen Betrachtungen alle s.g. rationellen Formeln zu vermeiden. Es ist an sich einleuchtend, dass diese und ähnliche Ansichten, die sich aus der Theorie der Atomigkeit der Elemente herleiten, in der mannigfaltigsten Weise durch Formeln ausgedrückt werden können, wie dies in ähnlichen Fällen in neuerer Zeit von vielen Chemikern, wie mir scheint nicht gerade zur Erleichterung des Verständnisses gethan worden ist" (459).

Vielfach wurde das Problem, welcher Formel der Vorzug zu geben

sei, dadurch umgangen, daß überhaupt keine Formel verwendet wurde. So fällt im 3. Band von Kekulé's Lehrbuch von 1882 auf, wie wenig Formeln erscheinen. Sie wurden durch Beschreibungen ersetzt.

Die Konfusion, die nach der Abkehr von der Typentheorie, bevor die Strukturtheorie festen Fuß gefaßt hatte, in den theoretischen Anschauungen und deren Ausdrucksweise herrschte, kommt deutlich in dem Brief Beilsteins an Butlerow vom 14./2. Dezember 1862 zum Ausdruck. Man sieht daraus, wie weit Erlenmeyer den Chemikern seiner Zeit voraus war, wie neuartig seine Gedankengänge waren und welche Schwierigkeit es für seine Zeitgenossen bedeutete, diese Gedankengänge nachzuvollziehen, die heute selbstverständlich erscheinen. So schrieb Beilstein:

"Ich habe in diesen Ferien auch mit Erlenmeyer über diesen Punkt geredet. (Anmerkung: Atomigkeit der Elemente)
Ich sagte ihm, dass mir seine Abhandlungen oft viel Kummer bereitet hätten, indem ich mich jedes Mal erst ganz in seine Anschauungen hineindenken musste, das kostet viel Zeit. Es ist das leicht zu erklären. Heutzutage giebt es keine e i n e allein seligmachende elektrochemische oder Typentheorie, jeder Chemiker hat seinen eigenen Glauben und handelt danach. Jeder ist daher gewohnt nur nach seiner Art zu denken und findet es schwer, d.h. ungewohnt auf eine andre Art zu denken. Kolbe hält z.B. seine Formeln für die aller einfachsten und leichtesten und äusserte sich einmal gegen Erlenmeyer - er hätte die Gerhardt'sche Theorie nie recht begreifen können. Halten Sie so etwas für möglich? Ähnlich geht es z.B. meinem Kollegen, Geuther hier. Der Mann baut Formeln, die an Schrecklichkeit alles dagewesene übertreffen, aber die einfachen typischen Formeln sind ihm unbegreiflich" (460).

Das Bedürfnis nach einer einheitlichen Schreibweise war offen-

kundig. Erlenmeyers großes Verdienst ist darin zu sehen, daß er den Grundgedanken der chemischen Struktur konsequent vertrat und sich stets bemühte, alle Folgerungen daraus unbeirrt zu ziehen. Er versuchte, die Idee der Valenz- oder Strukturlehre durch eine neue Schreibweise zum Ausdruck zu bringen und damit auch den Vorstellungen von der Atomverkettung zur Selbstverständlichkeit zu verhelfen.

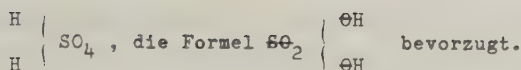
Seit Erlenmeyer die Typentheorie überwunden hatte, ergriff er immer wieder die Gelegenheit, die Chemiker seiner Zeit auch von der dazugehörigen Schreibweise abzubringen. 1864 schrieb er:

"... so bin ich der Ansicht, ... dass wir als Grundlage unserer Formeln gar keine Typen mehr nöthig haben, zumal da dieselben doch grossentheils nicht mehr im Sinne Gerhards angewendet werden, sondern nur als Schemate für die Sättigungsfähigkeit der Radicale dienen, und mit dem Namen Typen belegt häufig für viel mehr gehalten werden, als sie sind" (461)

und er betonte erneut seine frühzeitige Abkehr von der Typenschreibweise:

"Ich bemerke hierzu, dass die von mir seit 2 Jahren gebrauchten Formeln den Beweis liefern, dass ich c o n - s e q u e n t den sogenannten extraradicalen oder typischen Wasserstoff und Sauerstoff in der Form von $H\theta$ mit den Kohlenstoffradicalen, ja sogar mit den unorganischen Radicalen (diese Ztschr. IV, 660) verbunden schreibe, dass ich es also schon vor den jetzigen Verhältnissen nicht für fraglich gehalten habe, ob dieses Verfahren zweckmässig ist" (462).

An der von Erlenmeyer bezeichneten Stelle (463) hatte er statt der "typischen Schreibweise" für Schwefelsäure:



Die Attribute der Typenschreibweise, Auflösung der Formel nur bis zum Radikal und die geschweifte Klammer, waren zwar beibehalten, aber die dahinterstehende Vorstellung war bereits die des Strukturchemikers: das zweiwertige Radikal SO_2 sollte als mit 2mal dem einwertigen Radikal $\ominus \text{H}$ verbunden betrachtet werden. Erlenmeyers Schreibweise von 1864 zeigt folgendes Bild (464):

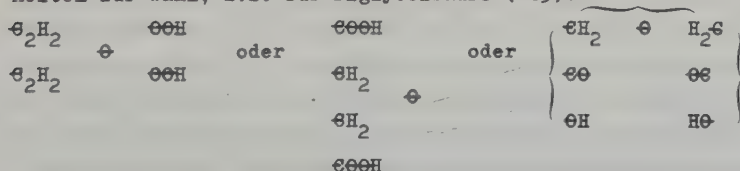


während der Typiker dieselben Verbindungen vom Wassertyp ableitete und so schrieb:

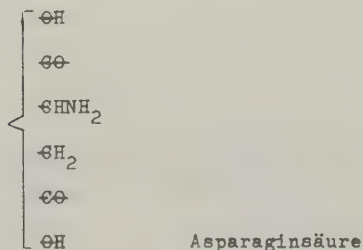


Auf den ersten Blick läßt sich nur ein geringfügiger Unterschied feststellen, aber die mit Erlenmeyers Formeln verknüpfte Denkweise war eine andere. Erst aus diesen Formeln konnten sich die modernen Strukturformeln entwickeln.

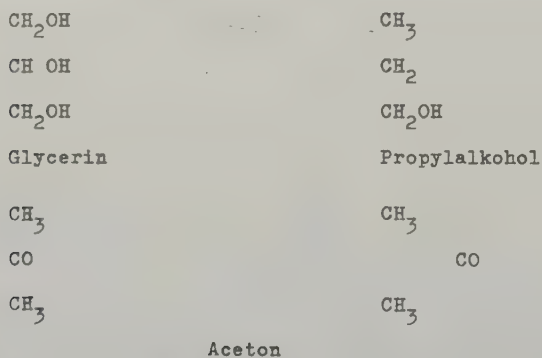
Valenzstriche verwendete Erlenmeyer 1864 in seinen "relativen Constitutionsformeln" noch nicht. Er legte sich auch noch nicht auf eine bestimmte Schreibweise fest, sondern stellte 3 Möglichkeiten zur Wahl, z.B. für Diglycolsäure (465):



Als eine von jedem Typ unabhängige Konstitutionsformel wollte Erlenmeyer folgende Formel verstanden wissen (466):

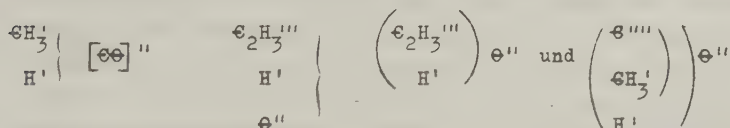


Während hier die große geschweifte Klammer bereits überflüssig war, verschwand sie im selben Jahr ganz und mit ihr die Querbalken der Elementsymbole (467):



Lediglich die Valenzstriche verwendete Erlenmeyer hier noch nicht. Interessant ist seine tolerante Haltung gegenüber den Formelschreibweisen anderer Chemiker. Man sieht, daß es ihm wesentlich um die richtige Betrachtungsweise ging, nicht um eine bestimmte Schreibweise. Dies mag auch die Erklärung dafür sein, daß er die von 1866 an in seinen Schriften und in seinem Lehrbuch verwendete, noch heute gebrauchte Formelschreibweise ohne besondere Ankündigung oder Begründung gebrauchte.

Erlenmeyer stellte in seiner Abhandlung "Hypothesen über chemische Isomerie und chemische Constitution" (468) die verschiedenen Formeln für Acetaldehyd von Hermann Kolbe, Adolf Lieben (1836-1914) und Johannes Wislicenus nebeneinander und interpretierte sie:



Kolbe

Lieben

Wislicenus

"Ich bin der Meinung, die Formeln drücken alle dasselbe aus: sie sagen, dass 2 Atome Kohlenstoff mit einander so verbunden sind, dass 1 Aeq. des einen Atoms mit 1 Aeq. des andern Atoms vereinigt ist, dass ferner mit 4 von den 6 noch für die Wirkung auf andere Körper disponiblen Aequivalenten Kohlenstoff 4 Atome Wasserstoff, von denen eins Reagentien gegenüber eine andere Rolle spielt, als die 3 anderen, und mit den beiden übrigen 1 Atom Sauerstoff verbunden ist... Ob ich den Sauerstoff intraradical s c h r e i b e oder extraradical, d.h. in die Klammer oder ausserhalb der Klammer, oder um mich typisch auszudrücken ob ich den Aldehyd nach dem Wasserstofftypus oder dem Wassertypus zusammengesetzt betrachte, ist vollkommen gleichgültig, sobald ich nur annehme, dass der Sauerstoff mit seinen 2 Aeq. an 2 Kohlenstoffaequivalente gebunden ist" (469).

Und in demselben Artikel stellte er mit Bedauern fest:

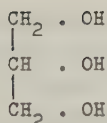
"... dass man oft nur in einer Verschiedenheit der Form und Stellung der bei den Formeln gebrauchten Klammern einen Unterschied in der Anschauungsweise zu sehen verleitet wird... Am wenigsten erfreulich kommt mir aber vor,

dass man häufig mehr Kraft darauf verwendet einem Anderen eine Klammer abzufordern, oder eine aufzudrängen... " (470).

Im gleichen Jahr ging Erlenmeyer mit einer weiteren Abhandlung auf die Strukturformeln von Wilhelm Heintz (1817-1880) ein und kritisierte sie deshalb, weil Heintz noch völlig der "typischen Betrachtungsweise" verhaftet war und trotzdem seine Formeln als Strukturformeln bezeichnete. Erlenmeyer nahm erneut die Gelegenheit wahr, Butlerows Definition von der chemischen Struktur der Verbindungen zu unterstreichen und die Vorzüge der Konstitutionsformeln gegenüber den typischen Formeln hervorzuheben:

"Es geht aus diesen Bemerkungen hervor, dass zwar zur Aufstellung von typischen Formeln für complicirtere Verbindungen mehr Kunst gehört, als zur Aufstellung von relativen Konstitutionsformeln, dass man aber zum Verständnis der ersteren auch mehr Nachdenken nöthig hat, als zum Verständnis der letzteren. Die Erleichterung des Verständnisses unserer Sprache ist aber, so scheint es mir, die Aufgabe eines Jeden, der die Sprache lehrt. Und wenn man bedenkt, dass viele Typiker, wenn auch mit unausgesprochener Absicht, in ihren Formeln relative Konstitutionsformeln geben, so darf man jedenfalls den Wunsch aussprechen, dass sie sich dazu bequemen möchten, das Einfache und Consequente dem Complicirten und Inconsequenten zu substituieren" (471).

1866 hatte sich Erlenmeyer bezüglich der zu bevorzugenden Schreibweise entschieden. Noch nicht ganz unserer heutigen Schreibweise entspricht die Formel für Glycerin, die theils mit Valenzstrichen, theils mit Punkten versehen ist (472):

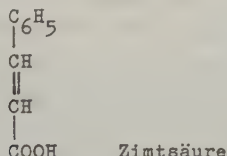


5 Jahre vorher hatte Erlenmeyer Glycerin noch folgendermaßen geschrieben (473):



Er faßte es aber auch damals bereits als Hydroxylsubstitutionsprodukt des Kohlenwasserstoffs C_3H_5 auf.

In seiner Abhandlung "Studien über die sogenannten aromatischen Säuren" (474), die in Liebigs Annalen erschien, verwendete Erlenmeyer zum ersten Mal die noch heute benutzten graphischen Formeln mit durchgezogenen Valenzstrichen, die er weiterhin "relative Constitutionsformeln" nannte (475) :

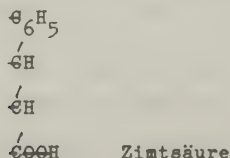


Carl Glaser (1841-1935), ein Assistent Kekulé's, der bezüglich der Doppelbindung anderer Meinung war, gestand später Erlenmeyer zu, diese Schreibweise als erster verwendet zu haben. Er sah in ihr aber lediglich

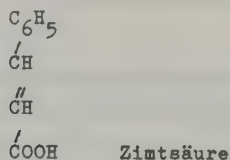
"eine getreue Wiedergabe von Kekulé's graphischen Formeln, die den Vorzug hat mit gewöhnlichen Lettern sich drucken zu lassen" (476).

Eine Kurzfassung von Erlenmeyers Abhandlung erschien unter demselben Titel "Studien über die sogenannten aromatischen Säuren" auch in der "Zeitschrift für Chemie" (477). Beim Vergleich dieser beiden Veröffentlichungen fällt auf, daß die Formel für die Zimtsäure in der "Zeitschrift für Chemie" gegenüber der Original-

abhandlung in den Annalen abweicht. Sie wurde ohne Valenzstriche geschrieben, wobei man aber annehmen kann, daß dafür die über den Kohlenstoffatomen stehenden kommaähnlichen Striche jeweils eine C-C Bindung bezeichnen sollten. Die Elementsymbole tragen einen Querbalken und überdies fehlt die Doppelbindung (478):



Weshalb Erlenmeyers Zimtsäureformel der Originalabhandlung auf solche Weise abgeändert wurde, läßt sich nicht einsehen. Um einen Druckfehler im Falle der Doppelbindung dürfte es sich nicht handeln, denn dieselbe Formel findet sich noch einmal (479) in derselben Ausgabe der "Zeitschrift für Chemie" in einer Abhandlung von C. Glaser "Untersuchungen über einige Derivate der Zimtsäure" (480). An anderer Stelle wiederum, nämlich in Erlenmeyers zwischenzeitlich erschienenener Untersuchung "Über die Constitution des Nelkenöls (Eugenols)" (481), ist die Doppelbindung der Zimtsäure vorhanden, die Querbalken wurden nicht geschrieben, die Valenzstriche jedoch durch kommaähnliche Schrägstriche dargestellt (482) :



Entweder ließen sich die senkrechten Valenzstriche drucktechnisch noch nicht darstellen und wurden durch Kommas ersetzt, oder die neuen Redakteure der "Zeitschrift für Chemie" F. Beilstein, R. Fittig und H. Hübner erkannten nicht die Besonderheit der Formeln Erlenmeyers. Offen bleibt immer noch die Frage nach

der fehlenden Doppelbindung.

Im selben Jahr erschienen dann auch in dieser Zeitschrift zum ersten Mal Strukturformeln in der heute noch aktuellen Schreibweise, mit durchgezogenen Valenzstrichen, ohne Querbalken (483):



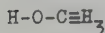
für zwei verschiedene Säuren, die Erlenmeyer aus "Dibromhomotoluylsäure (Bibromzimtsäure)" dargestellt hatte, und



für eine Säure, die er sich vorgenommen hatte, noch darzustellen. Von 1866 an verwendete Erlenmeyer seine neuen Formeln in allen seinen Abhandlungen.

Im 1. Band seines Lehrbuchs, das von 1867 an erschien, und vollkommen in der neuen Schreibweise verfaßt wurde, erklärte Erlenmeyer, wie er diese Formeln verstand und was sie ausdrücken sollten. Die Frage, ob der Methylalkohol eine Verbindung von Methyl (CH_3) mit Hydroxyl (OH) oder eine Verbindung von Methoxyl O-CH_3 mit Wasserstoff sei, entschied Erlenmeyer ganz im Sinne der Strukturchemie:

"Der Methylalkohol ist nichts Anderes, als eine Verbindung von Sauerstoff mit Methyl und Wasserstoff zugleich, wie es folgende Formel ausdrückt.



Will man diese, die relative Constitution des Methylalkohols

versinnlichende, Formel vollständig in Worte übersetzen, so muss man sagen: Der Methylalkohol ist eine Verbindung von 1 Atom Kohlenstoff mit 3 Atomen Wasserstoff und 1 Affinivalent e i n e s Atoms Sauerstoff, dessen anderes Affinivalent mit Wasserstoff verbunden ist" (484).

Seit 1868 tauchen die modernen Formeln in Erlenmeyers Schreibweise auch in der "Zeitschrift für Chemie" immer häufiger auf. Im 2. Band von Erlenmeyers Lehrbuch, das der bereits erwähnte Otto Hecht bearbeitet hatte, steht über seine Auffassung von einer chemischen Formel:

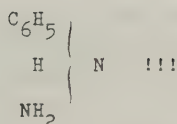
"Wenn nun auch die schwierige Frage, ob und in wie weit die Constitutionsformel einer Verbindung als ein Bild von der räumlichen Gruppierung der Atome im Molekül derselben betrachtet werden darf, an dieser Stelle nicht erörtert werden soll, so muss man doch von der Voraussetzung ausgehen, dass zwischen beiden - Atomgruppierung und Formel - eine gewisse Aehnlichkeit besteht; sonst hätten die Constitutionsformeln überhaupt keinen vorstellbaren Sinn" (485).

Erlenmeyer hatte als Verfechter der Strukturchemie und Begründer der neuen Schreibweise in Hermann Kolbe einen entschiedenen Gegner. Zwar versuchte Erlenmeyer unermüdlich, ihn zu überzeugen,

"dass Ihre Formeln keine anderen sind als die meinigen, dass höchstens dann ein Unterschied zwischen unseren Formeln ist, wenn wir verschiedener Ansicht über die Constitution selbst sind" (486).

Kolbe beharrte jedoch auf seinem Standpunkt. So schrieb Lothar Meyer 1876 an Erlenmeyer:

"Was sagen denn Sie dazu, dass jetzt Kolbe die Leute hofmeistert, wenn sie die Formeln nicht typisch von oben nach unten schreiben? Wenn Fischer schreibt $C_6H_5-NH-NH_2$, so schreibt Kolbe



das ist doch dreimal verdrehte Welt!" (487)

Kolbe sprach noch 1883 im 2. Teil seines Lehrbuchs abfällig vom

"Malen strukturechemischer Bilder, mit denen für die Wissenschaft *N i c h t s* gewonnen ist, noch gewonnen werden wird" (488).

Er sprach von einer Mißhandlung der Chemie und ließ keinen Zweifel über seine Meinung von den Vertretern der neuen Schreibweise. Es ist interessant, daß Lehrbücher damals als Austragungsfeld chemischer Streitigkeiten benutzt wurden. Für Kolbe galt:

"Formeln sind und bleiben, was sie sein sollen, kurze symbolische Ausdrücke präziser chemischer Gedanken, sind deshalb allenfalls entbehrlich, niemals Hauptsache, höchstens denen das Wichtigste, welchen es an chemischen Gedanken mangelt, und für welche das mutierte Dictum gilt: Wo chemische Gedanken fehlen, da helfen moderne Strukturformeln aus" (489).

Weniger krass ist Beilsteins Haltung den Strukturformeln gegenüber. Er gehörte zur jüngeren Chemikergeneration, die damals modernen Theorien waren ihm bekannt, aber er verhielt sich zurückhaltend. Seine skeptische Haltung drückt sich in einem Brief an Butlerow aus:

"Die heillosen Strukturformeln haben früher stets ein geheimes Grauen bei mir erregt... Einstweilen geben sie übrigens der Speculation zuviel Raum" (490).

Auch in Frankreich hatten Erlenmeyers Ansichten noch nicht Fuß gefaßt. So schrieb Max Wassermann am 8. Juni 1876 aus Paris an Erlenmeyer:

"Grimaux ist auch der einzige der Franzosen der sich in den theoretischen Anschauungen den Ihrigen nähert. Im Allgemeinen will man hier von dieser Betrachtungsweise nicht viel wissen, und ich werde häufig geneckt über meine Aussagen vom Stande der hier rationell genannten Formeln. Die Ameisensäure von einer Seite als Aldehyd betrachten zu können kommt den hiesigen Chemikern drollig vor" (491).

Als Begründer unserer heutigen Formelschreibweise ist Emil Erlenmeyer in Vergessenheit geraten. Und doch war er es, der durch Anwendung einer neuen Schreibweise die Atom- oder Valenzlehre zum Ausdruck brachte und so für ihre Verbreitung sorgte. Er förderte damit das theoretische Denken der Chemiker seiner Zeit und trug wesentlich zum Fortschritt der Chemie bei. Die uns heute geläufige Formelsprache mußte sich gegen die herrschenden Ausdrucksweisen und vor allem gegen die Typentheorie durchsetzen. Die Schwierigkeiten in dieser Zeit des Übergangs veranschaulicht ein Brief Lothar Meyers an Hermann Kolbe:

"Das nach uns kommende, jetzt studierende Geschlecht wird gar nicht mehr begreifen, wie man sich um Formeln und Schablonen, in die doch jeder den Sinn legen konnte, den er wollte, so hat zanken können. Wir freilich wissen dass damals eine Formel für viel mehr galt als jetzt. Damals hatte sie bei allen Parteien die Bedeutung eines Evangeliums" (492).

Zusammenfassende Darstellung der Entwicklung der Formelbilder
vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis zu Erlenmeyer (1893).

(Beispiel: Äthylalkohol, C_2H_5OH)



oder



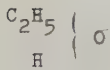
oder



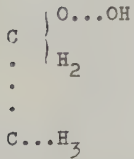
Dalton 1808



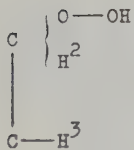
Berzelius 1832



Gerhardt 1852



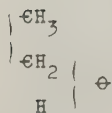
Couper 1858



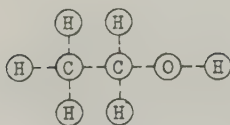
Kekulé 1859



Loschmidt 1861



Butlerow 1863



Crum Brown 1864



Erlenmeyer 1864



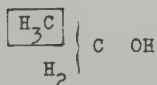
Erlenmeyer 1864



Kekulé 1866



Erlenmeyer 1866



Kolbe 1871

3. Strukturchemische Betrachtungen Erlenmeyers.

a) Ungesättigte Verbindungen.

Erlenmeyer erkannte die Mehrfachbindung zwischen C-Atomen bereits 1861 als allgemeines Prinzip. In seiner Kritik zu Erdmanns Schrift "Ueber das Studium der Chemie. Teil IX Die Theorie" beschrieb er die Existenz einer Doppelbindung im Äthylen und die einer Dreifachbindung im Acetylen folgendermaßen:

"... ist der Kohlenstoff in der Menge von 2 Atomen fähig, sich mit dem Wasserstoff in 3 verschiedenen Verhältnissen zu verbinden. C_2H_6 , C_2H_4 , C_2H_2 . In der ersten sind zweimal eine, in der zweiten 2mal 2 und in der dritten 2mal 3 Affinitäten Kohlenstoff mit einander verbunden. In der ersten Verbindung konnten sich also 2.4-2, in der zweiten 2.4-4, in der dritten 2.4-6 Affinitäten des Kohlenstoffs noch mit der entsprechenden Anzahl von Wasserstoffaffinitäten vereinigen" (494).

Diese Abhandlung Erlenmeyers erschien zwar erst 1862, ihr Entstehen muß aber auf das Jahr 1861 datiert werden. Dies ist aus einem Brief ersichtlich, den Kekulé am 4. Januar 1862 an Erlenmeyer schrieb:

"Ihre sogenannte Kritik des Erdmann'schen Kapitels Theorie habe ich erhalten (-besten Dank-) und gelesen, ziemlich gleichwerthig mit Loschmidt's Confusionsformeln" (495).

Weiter ging Kekulé nicht darauf ein. Interessant jedoch sind die von ihm erwähnten Formeln Loschmidts. Dieser hatte 1861 in der bereits erwähnten, in Wien erschienenen Broschüre "Chemische Studien" (496) unter vielen graphischen Formeln die für Äthylen und Acetylen mit Mehrfachbindungen angegeben:



Nr. 56



Nr. 59

(die großen Kreise
stehen für C-Atome,
die kleinen Kreise
für H-Atome)

und dazu geschrieben:

"Es sind also in diesem Kerne C_2 von den acht Stellen des Kohlenstoffs vier durch Kohlenstoff selbst besetzt, daher das Schema 56 des Elayls oder Vinylwasserstoffes... Die Neigung, sich zu vollstelligigen Kernen zu entwickeln, scheint den unvollstelligigen Kernen sehr allgemein eigen zu sein. So wird das Acetylen Berthelots $\text{=C}_2\text{H}_2$ Schema 59 schon durch Wasserstoff in statu nascendi in Elayl übergeführt und ganz ähnlich, nach Kekulé, Fumarsäure und Maleinsäure in Bernsteinsäure" (497).

Loschmidt hatte also zur gleichen Zeit wie Erlenmeyer Vorstellungen über die Mehrfachbindungen zwischen Kohlenstoffatomen entwickelt. Ob Erlenmeyer von Loschmidts Abhandlung wußte, bevor er durch Kekulé's Schreiben darauf aufmerksam gemacht wurde, ist unbekannt. In der folgenden Zeit setzte sich Erlenmeyer für die Hypothese der Mehrfachbindungen ein und verteidigte sie konsequent gegen die verschiedensten Erklärungsversuche anderer Chemiker.

An Butlerow, der zeitweilig die Existenz freier Affinitätseinheiten, zeitweilig, wie Erlenmeyer, die Existenz von Mehrfachbindungen vertrat, schrieb er 1862:

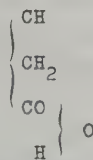
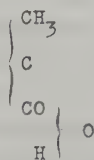
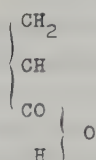
"Doch noch Eins. Ich habe Ihre Betrachtung über die Wirkung der 'primären' und 'secundären' Affinität des Kohlenstoffs in dem Aethylen und Aethylwasserstoff nicht recht verstanden. Nehmen Sie daraus an, dass im Aethylen auch nur je eine Affinität an je eine gebunden ist? (498)

Leider habe ich so viel zu thun, dass ich nicht weiter über wissenschaftliche Dinge schreiben kann" (499).

Noch 1864 war Erlenmeyers Hypothese umstritten und Butlerow stellte bei einer Betrachtung über ungesättigte Verbindungen die Annahme freier Affinitäten als Möglichkeit neben die Annahme von Mehrfachbindungen um auf diese Weise eine Erklärung für Isomerien zu finden:

"Denkt man sich... die zwei Kohlenstoffatome jedesmal nur durch zwei Affinitätseinheiten mit einander verbunden, so sind hier 2 Affinitätseinheiten in jedem Moleküle frei (unwirksam) und es wird die Annahme möglich, dass einem jeden dieser Moleküle ein Isomeres entspricht, welches sich davon einzig und allein dadurch unterscheidet, dass die Kohlenstoffatome darin durch vier Affinitätseinheiten (2 von jeder Seite) zusammenhängen und demgemäss keine freie Affinität vorhanden ist. Es liegen übrigens keine Thatsachen vor, die eine solche Annahme rechtfertigen könnten" (500).

Noch 1865 sprach Butlerow von Kohlenstoffatomen mit freien Affinitäten in der Acrylsäure und demgemäß von 3 theoretisch möglichen Isomeren (501):



Kekulé postulierte sogenannte "Lücken" bei wasserstoffärmeren Verbindungen, an den Stellen, wo zwei Affinitätseinheiten des Kohlenstoffs nicht gesättigt waren. Unter einer "Lücke" verstand er 2 freie Affinitäten (vgl. Kapitel 6c)).

Dieselbe Anschauung zeigt auch Hofmanns aus Holzkugeln aufgebautes Äthylenmodell, bei dem eine Kugel, das eine der beiden

C-Atome darstellend, 2 freie Valenzen trägt (502).

Erlenmeyers Annahme der Mehrfachbindung maß Kekulé keine besondere Bedeutung bei, sondern bezeichnete sie lediglich als eine "andere Form für denselben Gedanken", wenn man stattdessen annähme, daß sich 2 Kohlenstoffatome durch je 2 Verwandtschaften binden (503).

Doch die Vorstellung von der Mehrfachbindung sollte später einer der Grundpfeiler für Kekulé's Benzolformel werden und damit ihre endgültige Bestätigung finden. 1865 erkannte Kekulé die Hypothese der Mehrfachbindungen an und schrieb in seiner berühmten Abhandlung "Untersuchungen über aromatische Verbindungen":

"Man kann nun weiter annehmen, daß sich mehrere Kohlenstoffatome so an einanderreihen, dass sie sich stets durch je zwei Verwandtschaftseinheiten binden; man kann ferner annehmen, die Bindung erfolge *a b w e c h s e l n d* durch je *e i n e* und durch je *z w e i* Verwandtschaftseinheiten" (504).

Neben Erlenmeyers Doppel- und Dreifachbindung und Kekulé's "Lücken" gab es noch weitere Erklärungen für die Constitution ungesättigter Verbindungen.

Couper schlug ebenso wie Kolbe neben dem vierwertigen einen zweiwertigen Kohlenstoff vor. Auch Wurtz hielt dies für möglich. Er zog diese Annahme der Vorstellung von Mehrfachbindungen vor (505).

Heinrich Ludwig Buff (1828-1872) verwarf 1866 die Auffassung ungesättigter Verbindungen ganz und vertrat die Meinung, daß der Kohlenstoff verschiedene Wertigkeiten annehmen könne. So betrachtete er im Äthylen CHCH_2 das erste Kohlenstoffatom nicht als um "2 Werthe ungesättigt, sondern bivalent" (506).

Lothar Meyer glaubte ähnlich wie Kekulé an freie Affinitäten, aus der Überlegung heraus, daß die erfahrungsgemäß leichte Addition von Wasserstoff eine mühelosere Erklärung durch die

Annahme freier Affinitäten als durch die doppelten Bindungen erhalte (507). Ladenburg hielt es 1866 für

"gewagt, die Constitution ungesättigter Körper (der fetten Reihe besonders) durch graphische Formeln darzustellen, also in denselben eine stabile Lagerung der Atome anzunehmen, da dieselben so leicht in isomere Verbindungen übergehen können" (508).

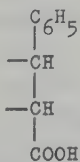
1866 versuchte Erlenmeyer seine Überzeugung von 1862 (509), Äthylen sei eine Verbindung der Konstitution $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, durch Untersuchungen zu stützen, die er mit seinem Schüler Bernhard Tollens (1841-1918) ausführte. Unter der Voraussetzung von freien Affinitäten konnten zwei Verbindungen C_2H_4 für wahrscheinlich gehalten werden: $-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-$ und $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=$, während bei Annahme einer Doppelbindung nur eine einzige Verbindung möglich sein konnte: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ Äthylen.

Der Versuch von Tollens (510), ein zweites, isomeres C_2H_4 , das Äthyliden darzustellen, schlug fehl; das Ergebnis der Untersuchung bestätigte Erlenmeyers Überzeugung von der Existenz einer einzigen Verbindung C_2H_4 und bildete die Hauptstütze für die Ansicht, daß im Äthylen nicht freie Affinitäten, sondern eine Doppelbindung vorhanden sei.

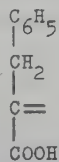
Bei der Diskussion um die Konstitution der Zimtsäure stellte Erlenmeyer als erster die Theorie von der doppelten Bindung in der Seitenkette auf, indem er von den Möglichkeiten a) ohne freie Affinitäten, b) 2 Kohlenstoffatome mit je einer freien Affinität, c) 1 Kohlenstoff mit 2 freien Affinitäten:



a)



b)

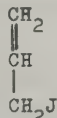


c)

die Formel a) als die wahrscheinlichste ansah, womit er recht behalten sollte (511). Gegen b) sprach Erlenmeyers bereits früher (512)(513) gemachte Aussage, daß die Zahl der gebundenen, ebenso wie die Zahl der freien Affinitäten durch 2 teilbar sei. Die durch die Formel c) gegebene Möglichkeit eines Kohlenstoffatoms mit 2 freien Affinitäten hielt man nicht für ausgeschlossen, da die Existenz des Kohlenmonoxids CO den Beweis für diese Möglichkeit zu liefern schien, aber Erlenmeyer erachtete sie für weit weniger wahrscheinlich. Bereits kurz zuvor hatte er ausgeführt, daß er es für besser halte

"die Annahme freier C-Affinivalente in allen Fällen so lange bei Seite zu lassen, bis wir unbedingt gezwungen sind darauf zurückzugreifen" (514).

Unter diesem Vorsatz war es ihm gelungen, die richtige Formel für Allyljodid aufzustellen:



Gegen Erlenmeyers Zimtsäureformel a) sprach sich C. Glaser aus, der als Schüler und Mitarbeiter Kekulé's die Annahme von "Lücken" für die "ungezwungenste Erklärung" der leichten Additionsfähigkeit von Wasserstoff oder Brom hielt und damit die Formel c) vertrat. Das Vorhandensein einer Doppelbindung müßte, so Glaser, eine Bindung zweier Kohlenstoffatome durch je 2 ihrer 4 Affinitäten, demnach also eine festere Bindung mit größerer Widerstandsfähigkeit bedeuten, was aber nicht den Tatsachen entsprach, da Zimtsäure leichter zersetzbar ist als Hydrozimtsäure (516). Noch 1868 hielt Glaser am Kohlenstoffatom mit 2 freien Affinitäten in der Seitenkette der Zimtsäure fest (517). Im selben Band der "Zeitschrift für Chemie" aber (518) gab er dann schließlich die Vorstellung der "Lücken" zugunsten der von Erlenmeyer

vorgeschlagenen Formel auf.

Kolbe war auch 1869 noch nicht bereit, die Mehrfachbindungen zu akzeptieren:

"An eine Bindung der zwei Kohlenstoffatome von zwei Atomen Methylen in dem Sinne, wie man dieselbe gegenwärtig durch den symbolischen Ausdruck CH_2 zu bezeichnen pflegt, kann



ich nimmermehr glauben. Es ist nicht einzusehen, weshalb nicht jene Gruppe bei ihrer etwaigen Bildung sofort in zwei Atome Methylen zerfällt, wie es ja auch kein Kohlenoxyd von der Zusammensetzung $\text{C}\Theta$ giebt" (519).

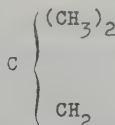


1870 faßte Butlerow die verschiedenen Meinungen zusammen:

"So begründet die Lehre von der Structur der gesättigten Kohlenwasserstoffe erscheint, so getheilt sind doch die Ansichten über die Structur der ungesättigten. Die Structur der letzteren wird von 4 verschiedenen Ansichten aus begründet:

1. Man nimmt freie Affinitäten im Allgemeinen an;
2. die freien Affinitäten können nur paarweise auftreten;
3. einzelne Kohlenstoff-Atome sind zweiwerthig;
4. freie Affinitäten existiren eigentlich nicht, sondern die C-Atome sind nur mehrfach aneinander gebunden.

Für die Nothwendigkeit der beiden ersten Annahmen spricht bis jetzt keine bestimmte Thatsache. Der 3. Satz wird widerlegt durch die Existenz des Butylens



Es bleibt also nur die letzte Annahme übrig, welche einstweilen auch alle bekannten Isomeriefälle genügend erklärt" (520).

Daß es noch immer Stimmen gegen die Vorstellung von Mehrfachbindungen gab, zeigt Lossens Artikel "Ueber die Vertheilung der Atome in der Molekel" von 1880 (521). Einen Hinweis auf Lossens Ansichten zu dieser Zeit enthält ein Brief Richard Meyers an Erlenmeyer:

"Und seine Formeln, resp. seine Ansicht, welche die mehrfache Bindung beseitigen will, scheint mir - ich wollte sagen: i s t m e i n e s E r a c h t e n s schon deshalb keine glückliche, weil sie das, doch bis auf das NO ausnahmslos geltende Gesetz der paaren Atomzahlen unpaarwerthiger Elemente unberücksichtigt lässt" (522).

Lossen hatte in seiner Abhandlung mitgeteilt:

"Meine Betrachtungsweise kennt keine sogenannte mehrfache Bindung mehrwerthiger Atome" (523).

Für Äthylen schrieb er $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{C} - \text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ und für Acetylen $\text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H}$

denn

"ich will überhaupt keinen Ausgleich von Affinitätseinheiten versinnbildlichen, sondern nur die Vertheilung der Atome in der Molekel. - Die Formel des Acetylens drückt demgemäss nur aus, dass jedes der beiden Kohlenstoffatome direct mit einem Kohlenstoffatom und einem Wasserstoffatom verbunden ist; das wird auch durch die gebräuchliche Formel $\text{HC}\equiv\text{CH}$ ausgedrückt; den weiteren Gedanken, welche diese letztere ausdrückt, dass nämlich die beiden Kohlenstoffatome je drei Affinitätseinheiten ausgleichen, will ich n i c h t ausdrücken. Meine Formeln drücken also weniger aus als die gebräuchlichen" (524).

"Die Atombindung in der Molekel des Acetylens $\text{HC}-\text{CH}$ ist vollständig erklärt, wenn man sagt, dieselbe enthalte zwei zweierwerthige Kohlenstoffatome" (525).

Diese Abhandlung Lossens von 1880 macht erneut deutlich, wie weit

Erlenmeyers Betrachtungsweise im Jahr 1862 seiner Zeit voraus war.

b) Azokörper.

Aus den Grundprinzipien der Atomigkeit leitete Erlenmeyer schon 1861 die Konstitution der zweiwertigen Gruppe N_2'' ab, indem er die Verknüpfung zweier Stickstoffatome miteinander annahm (526). 1863 stellte Erlenmeyer theoretische Betrachtungen über Azo-, Hydrazoverbindungen und Azoxykörper an und erläuterte die Rolle des darin enthaltenen Stickstoffs. Er nahm an, was seine Gültigkeit behalten hat, daß mindestens 2 Atome Stickstoff miteinander vereinigt sind (527).

c) Merkmale aromatischer Verbindungen.

1866 äußerte sich Erlenmeyer zu Kekulé's Abhandlung über die Benzoltheorie von 1865 (528), die erst 1 Jahr später in deutscher Sprache in Liebigs Annalen erschienen war (529) und machte sich Gedanken über die Problematik der Definition sogenannter aromatischer Verbindungen und deren Unterschied zu den sogenannten Fettkörpern. Erlenmeyer zeigte sich sofort von Kekulé's Vorstellung der Konstitution des Benzols als einer geschlossenen Kette einverstanden. Er war zwar etwas skeptisch, was die Abwechslung von Doppel- mit Einfachbindungen betraf, schrieb aber:

"... die Gründe, welche Kekulé zur Annahme der Abwechslung von $2/2$ mit $1/1$ bestimmt haben, sind so einleuchtend, dass man sie als die wahrscheinlichste anerkennen darf" (530).

Erlenmeyer widersprach jedoch Kekulé's Aussage, die einfachsten aromatischen Verbindungen enthielten mindestens sechs Atome Kohlenstoff. Es schien ihm rein zufällig zu sein, daß die ursprünglich im nichtwissenschaftlichen Sinn, wegen ihres aromatischen Geruchs und Geschmacks, aromatisch genannten Körper als

Verbindungen mit mindestens 6 Kohlenstoffatomen erkannt worden waren.

"Keinesfalls erblicke ich darin einen genügenden Grund, die aromatischen Körper in der Weise abzugrenzen, dass man sagt: nur solche Substanzen können aromatische sein, welche mindestens 6 Atome Kohlenstoff enthalten und auf der Grundlage C_6H_6 aufgebaut sind" (531).

Damit hatte Erlenmeyer vollkommen recht, und es gebührt ihm das Verdienst, die Definition der aromatischen Verbindungen, die auf Benzolderivate beschränkt war, erweitert zu haben. Das Charakteristische der Aromaten wollte Erlenmeyer dahin verallgemeinern:

"alle Kohlenstoffverbindungen von der Formel $C_{2n}A_{2n}$, in welchen gleich viel Bindung $2/2$ wie $1/1$ in der Reihenfolge $2/2$, $1/1$ vorkommt, können als Grundlagen aromatischer Verbindungen auftreten" (532).

Da aber auch Aromaten mit einer unpaaren Anzahl z.B. mit 5 Kohlenstoffatomen möglich sind, sollte die allgemeinste Aussage lauten:

"Alle Kohlenwasserstoffe, in welchen mindestens eben so oft oder öfter Bindung $2/2$ als $1/1$ vorkommt, können als aromatische Grundlagen fungieren" (532).

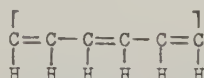
Diese Definition schließt auch heterocyclische Verbindungen nicht aus, bezieht aber Verbindungen wie Naphthalin nicht ein. Doch Erlenmeyer hatte erkannt, daß nicht die Anzahl der Kohlenstoffatome, sondern die Bindungsverhältnisse der Affinitäten entscheidend waren. Auch die heute gültige Hückel-Regel von 1931, als Kriterium für die Aromatizität einer Verbindung nach der Formel $(4n+2)\pi$, beruht lediglich auf den Bindungsverhältnissen und der Zahl der freien Elektronen.

Die Tatsache, daß sich Acetylen zu Benzol polymerisieren ließ (533), veranlaßte Erlenmeyer, das Acetylen als erste aromatische

Grundsubstanz zu betrachten und die Benzolformel analog der Acetylenformel zu schreiben. Der Ringschluß ist hier nur angedeutet (534):

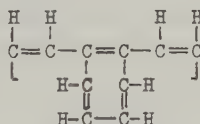


Acetylen

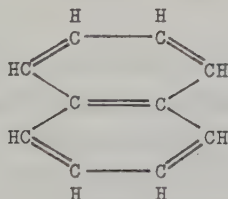


Triacetylen (Benzol)

Durch diese Betrachtungen gelangte Erlenmeyer 1866 als erster zur richtigen Naphthalinformel, die sich allerdings erst auf den zweiten Blick als solche erkennen läßt. Sie entspricht 2 Benzolringen, die 2 Kohlenstoffatome gemeinsam haben (535):



Carl Graebe (1841-1927) bewies 1868 (536) die Richtigkeit von Erlenmeyers Naphthalinformel und schrieb sie in der heute üblichen Form (537):



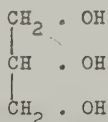
Auf Erlenmeyers Veranlassung hin führte E. Widmann 1875 eine für die Theorie der Benzolderivate wichtige Untersuchung durch (538). Er wies nach, daß bei der Nitrierung der Benzoesäure nur 3 isomere Nitrobenzoesäuren entstehen. Dies widerlegte Friedrich Fitticas (1850-1912) Versuche, bei denen dieser eine 5. und wahrscheinlich 6. Dinitrobenzoesäure gefunden zu haben glaubte (539).

d) Bindungsvermögen der Kohlenstoffatome für Hydroxylgruppen.

1861 hatte Erlenmeyer zuerst die Auffassung geäußert, daß die sogenannten mehratomigen Alkohole als hydroxylierte einatomige Alkohole betrachtet werden können (540).

1864 stellte er bereits die Hypothese auf, daß in jedem Kohlenstoffatom mehrwertiger Alkohole immer nur 1 Äquivalent zur Aufnahme einer Hydroxylgruppe geeignet sei (541).

1866 schrieb Erlenmeyer dazu die noch heute gültige Formel für Glycerin,



wobei er erkannte und hervorhob,

"dass ein Atom Kohlenstoff ü b e r h a u p t nie mehr als ein Hydroxyl zu binden und als solches zu conserviren im Stande wäre" (542).

Es war nämlich nicht gelungen, einen zweiwertigen Alkohol der Zusammensetzung CH_4O_2 oder einen dreiwertigen Alkohol der Zusammensetzung $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_3$ darzustellen.

Erlenmeyer hielt es für wahrscheinlich, daß sich 2 an einem einzigen Kohlenstoffatom befindliche Hydroxylgruppen umsetzen

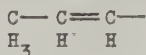
"in O und OH_2 , indem die zwei Affinivalente des einen Atoms Sauerstoff mit zwei Affinivalenten Kohlenstoff verbunden bleiben und OH_2 austritt" (543).

In dieser Abhandlung wies Erlenmeyer zwar darauf hin, daß Georg Ludwig Carius (1829-1875) glaubte, einen Alkohol mit 3 Kohlenstoffatomen gefunden zu haben, der 4 Hydroxylgruppen enthalte; er wollte aber diese Feststellung vorläufig beiseite lassen und blieb bei seiner Annahme. Diese sollte ihre Gültigkeit behalten.

e) Untersuchungen über die Struktur von Anethol und Eugenol.

Erlenmeyer gelang es 1866 die Struktur des Anethols weitgehend aufzuklären (544). Durch Umsetzung von Anethol mit Jodwasserstoff erhielt er Methyljodid, woraus er auf eine Methoxylgruppe im Anethol schloß. Durch Oxidation erhielt er Anissäure, die nur 7 Atome Kohlenstoff als "Kern" enthält. Daraus folgerte Erlenmeyer, im Anethol sei nur ein einziges Kohlenwasserstoffradikal mit einer Kohlenstoffaffinität des Benzolkerns verbunden. Die empirische Zusammensetzung ermittelte er als $-C_3H_5$. War nun dieses Radikal $-C_3H_5$ dasselbe wie das der Allylverbindungen, also $C \equiv C - \underset{H_2}{\underset{H}{C}}$? Durch Oxidation mit Chromsäure entstand aus der

Gruppe $-C_3H_5$ des Anethols Essigsäure, und Erlenmeyer zog den Schluß, daß diese Gruppe ein Methyl enthalte, also wie folgt beschaffen sein müsse:



Die Ansicht von Ladenburg und Carl Leverkus (1804-1889), Anethol enthalte eine Allylgruppe, erklärte Erlenmeyer damit für unrichtig.

Dieses Prädikat "unrichtig" veranlaßte Ladenburg sofort zu einer Gegendarstellung:

"Ich sehe mich hierdurch veranlasst, hier nochmals meinen Standpunct in dieser Frage darzulegen, indem ich bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam machen will, dass man in exacten Wissenschaften **T h a t s a c h e n** als **u n - r i c h t i g** erkennen kann, dass aber **A n s i c h t e n**, die nur auf hypothetischem Boden gebaut sind, besonders so lange sie nicht durch Versuche widerlegt sind, nur als mehr oder weniger **w a h r s c h e i n l i c h** erscheinen können" (545).

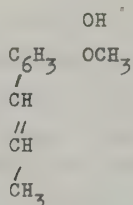
Ladenburg verband damit eine Widerlegung von Erlenmeyers Beweis-

führung, denn Acrylsäure, durch einfache Reaktion aus Allyljodid darstellbar, ergebe bei der Oxidation auch Essigsäure.

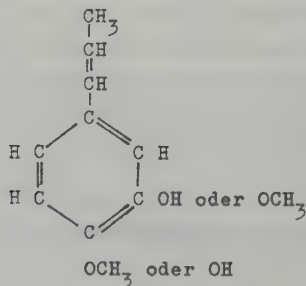
Im Übrigen wollte Ladenburg die Frage nach der Konstitution der Gruppe $-C_3H_5$ im Anethol, obwohl er sie Allyl genannt, und damit Erlenmeyers Widerspruch herausgefordert hatte, offen lassen. Aus Mangel an Beweisen, sowohl für die eine, als auch für die andere Möglichkeit, wollte er nicht entscheiden, ob diese Gruppe mit dem im Allyljodid vorhandenen Radikal identisch oder isomer sei.

Erlenmeyer sollte jedoch mit seiner Vorstellung über die Struktur des Anethols recht behalten.

Gleichzeitig beschäftigte er sich mit der Struktur des Eugenols. Er erkannte die Methoxylgruppe, die Hydroxylgruppe und die einfache Beziehung zum Anethol. Die Strukturformel beschrieb er folgendermaßen (546):



1875 gelang es ihm dann, zusammen mit seinem Schüler Wassermann festzustellen, daß sich die Gruppen $-C_3H_5$, $-OCH_3$, $-OH$ in der 1,3,4-Stellung des Benzolringes befinden (547).

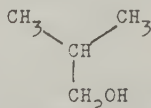


Die letzten Fragen waren zwar noch nicht beantwortet, aber der richtigen Formel war Erlenmeyer doch schon recht nahe gekommen.

f) Struktur des Gärungsbutyl- und des Gärungsamylalkohols.

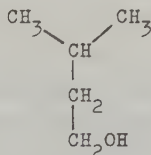
1867 widerlegte Erlenmeyer die bis dahin geltende Meinung, die Gärungsalkohole gehörten der Normalreihe an und stellte fest,

"dass die relative Constitution des Gärungs-Butylalkohols eine solche ist, dass sie der folgenden Formel... entspricht:



... Mit Worten ausgedrückt heisst das: der Gärungsbutylalkohol ist Methylalkohol, in dessen Methyl 1 At. Wasserstoff durch Pseudopropyl,... ersetzt ist" (548).

Dem Gärungsamylalkohol gab Erlenmeyer folgende richtige Strukturformel:



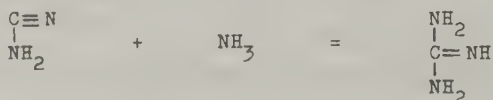
g) Betrachtungen über Bernsteinsäure.

Im gleichen Jahr stellte Erlenmeyer fest, daß Bernsteinsäure aus Bernstein mit Bernsteinsäure aus Äthylenchlorid und Bernsteinsäure aus Äthylidenchlorid nicht isomer, sondern identisch ist (549). Dasselbe Ergebnis lieferte eine Abhandlung von Maxwell Simpson (1815-1902) (550), die gleichzeitig mit dem Einsenddatum von Erlenmeyers Arbeit an die Redaktion der Annalen in

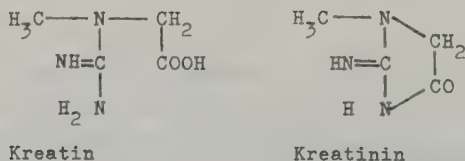
ihrer Originalfassung in den Comptes rendus erschienen war. Der Redakteur Fittig hob dies besonders hervor. Damit hatte es sich endgültig als Irrtum herausgestellt, die Erscheinung der Isomerie von Verbindungen wie Äthylenchlorid und Äthylidenchlorid durch die Isomerie der darin enthaltenen Radikale zu erklären. Nicht in verschiedenen Radikalen, sondern in der verschiedenen Verknüpfung der Atome untereinander mußte die Ursache der Isomerie gesucht werden.

h) Guanidine

1868 gab Erlenmeyer als erster die richtige Konstitutionsformel für Guanidin an, das er durch Einwirkung von Ammoniak auf Cyanamid synthetisiert hatte (551)(552):



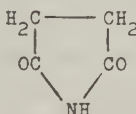
Außerdem ermittelte er die richtigen Formeln für Kreatin und Kreatinin (552):



i) Succinimid

Bei seinen Untersuchungen "Ueber den Schmelzpunkt und die relative Constitution des Succinimids" gewann Erlenmeyer wichtige Erkenntnisse über den Einfluß benachbarter Atomgruppen. So stellte er fest, daß Säureeigenschaften nicht nur den Carboxylgruppen zukommen, sondern

"auch ganz besonders denjenigen Imid enthaltenden, in welchen NH zweimal mit CO in Verbindung steht" (553).



Mit der gleichen Begründung, dem Vorhandensein von 2 Imidradikalen, die beide mit je 2 CO-Gruppen in Verbindung stehen, beschrieb Erlenmeyer die Barbitursäure als zweibasische Säure.

j) Untersuchungen über Milchsäure.

1869 erkannte Wislicenus, daß die geltenden Strukturformeln bei der Milchsäure nicht ausreichten, um alle Isomerien zu erklären. Den Grund sah er in einer verschiedenen räumlichen Anordnung der Atome im Molekül (554).

Erlenmeyer zeigte 1878, daß die Äthylenmilchsäure, auch Fleischmilchsäure oder Paramilchsäure genannt, die Wislicenus 1863 durch Einwirken von Kaliumcyanid auf Äthylenchlorhydrin über Äthylencyanhydrin als Zwischenstufe gewonnen hatte, strukturidentisch mit der Gärungsmilchsäure und der von Beilstein aus β -Jodpropionsäure gewonnenen Milchsäure war (555).

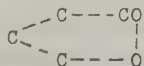
Diese Erkenntnis der Strukturidentität war von Bedeutung für die stereochemischen Betrachtungen der Milchsäure.

Wislicenus konnte ihre Stereochemie aufklären und zeigen, daß sich Gärungsmilchsäure und Fleischmilchsäure nur durch ihre Wirkung auf das polarisierte Licht und durch verschiedene Löslichkeit ihrer Salze unterscheiden.

k) Halogenierte und hydroxylierte organische Säuren.

Seit 1879 machte sich Erlenmeyer Gedanken über die Addition von Halogenwasserstoff an α - β doppelt gebundene Kohlenstoffatome in Carbonsäuren und wies nach, daß das Halogen in die β -Stellung, der Wasserstoff in die α -Stellung tritt (556)(557)(558).

In einer weiteren Abhandlung beschrieb Erlenmeyer 1880 seine Beobachtung, daß existenzfähige innere Anhydride, von Rudolf Fittig und Julius Brecht (1855-1937) (559) Lactone genannt, nicht von α - oder β -Hydroxysäuren, sondern erst von γ -Hydroxysäuren geliefert werden, so daß in Lactonen die Gruppe,



also mindestens ein Fünfring enthalten sei (560).

1) "Erlenmeyer-Regel"

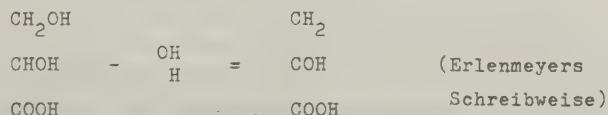
1880 gelangte Erlenmeyer als erster zu der Überzeugung, daß alle sekundären und tertiären Alkohole, die eine Hydroxylgruppe an einer C-C-Doppelbindung tragen, labilen Charakter haben. Er nahm eine intramolekulare Atomverschiebung an und stellte die nach ihm benannte Regel auf, die als Vorläufer der Keto-Enol Tautomerie zu betrachten ist:

"Es scheint mir, dass sich alle secundären Alkohole, in welchen die 2 Affinitäten des Radicals $\overset{\text{II}}{\text{CHOH}}$ durch 2 Affinitäten e i n e s Kohlenstoffatoms (durch doppelte Bindung) gesättigt sind, im Momente ihres Entstehens in Aldehyde umlagern und dass ebenso alle tertiären Alkohole, in welchen 2 Affinitäten des Radicals $\overset{\text{III}}{\text{COH}}$ durch 2 Affinitäten e i n e s Kohlenstoffatoms gesättigt sind (mit Ausnahme der Phenole) in Ketone übergehen" (561).

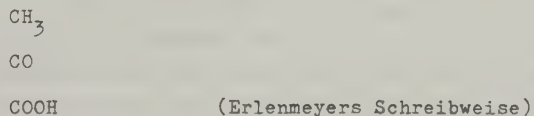
Eine Bestätigung und Erweiterung fand diese Erkenntnis 1881 durch

ihre Anwendung auf mehrfach hydroxylierte Säuren (562).

So erhielt Erlenmeyer aus Glycerinsäure bei Umsetzung mit wasser-
entziehenden Substanzen nicht die α -Hydroxyacrylsäure,



sondern durch Wanderung des Hydroxylwasserstoffs des "Carbinol-
radicals" an das doppelt gebundene Kohlenstoffatom, die Pyro-
traubensäure.



m) Tyrosinsynthese

1882 erreichte Erlenmeyer ein lang angestrebtes Ziel. Bereits
1861 hatte er ohne Erfolg versucht, diesen wichtigen Baustein
vieler Eiweißstoffe durch Reduktion der Hippursäure zu erhalten.
Die Aufklärung der Struktur und die Synthese gelang ihm schließ-
lich zusammen mit Andreas Lipp (1855-1916).

Phenylacetaldehyd wurde mittels Blausäure in das Oxynitril,
dieses in das Aminonitril verwandelt, welches Phenylalanin
liefert. Die p-Nitroverbindung dieser Substanz konnte über die
Amido- und die Diazoverbindung zum p-Hydroxyphenylalanin, d.h.
zum Tyrosin umgesetzt werden (563).

Die aufgeführten Untersuchungen Erlenmeyers bezweckten außer der
Aufklärung der Konstitution chemischer Verbindungen namentlich die
Begründung allgemeinerer theoretischer Anschauungen. Wenn auch
Erlenmeyers besondere Liebe der Chemietheorie galt, war er nicht
reiner Theoretiker. Seine strukturchemischen Hypothesen stützten
sich selbstverständlich auf das synthetische und analytische Expe-
riment.

Erlenmeyers Anteil am Ausbau der Strukturchemie und seine Beurteilung durch die Chemiegeschichtsschreibung.

Mit Otto Krätz kann man sagen:

"Es ist kaum möglich, Erlenmeyers Bedeutung für die Festigung der chemischen Anschauungen nach dem Chemiker-Kongreß in Karlsruhe (1860)... zu überschätzen" (564).

Und doch, so gewichtig Erlenmeyers Einfluß auf die Entwicklung der Chemie war, hat ihn die Chemiegeschichtsschreibung beinahe vergessen. Der Kolben, der seinen Namen trägt, ist wohl bekannt und auch die "Erlenmeyer-Regel". Erwähnt wird allenfalls, daß er 1862 eine exakte Definition der Doppel- und Dreifachbindung gab und 1866 die erste richtige Formel für Naphthalin schrieb.

Erlenmeyers Hauptverdienst jedoch, sein Beitrag zum Durchbruch der modernen Formelschreibweise und der dahinter stehenden Anschauungen wird meist übersehen. Selbst klassische Nachschlagwerke wie "Das Buch der großen Chemiker" von Bugge vergessen diese Leistungen Erlenmeyers und widmen ihm lediglich eine kurze Fußnote (565).

Mehr Anerkennung findet Erlenmeyer allenfalls von russischer Seite, wo sein Verdienst in Verbindung mit Butlerow gesehen wird. So schrieb Dawydoff:

"In Deutschland war es v.a. Erlenmeyer, der die Bedeutung von Butlerows Beitrag richtig erkannte und einschätzte. Besonders in den Jahren 1861-65 beteiligte sich dieser hervorragende deutsche Forscher sehr rege an der Weiterentwicklung und Verteidigung der Strukturtheorie" (566).

Überblicken wir deshalb nochmals das Verhältnis der beiden Forscher zueinander:

Erlenmeyer und Butlerow standen sich in ihren wissenschaftlichen Ansichten sehr nahe, wenngleich Butlerow sich erst wesentlich später dazu entschloß, die Typenschreibweise aufzugeben. Beide

waren sich darüber im Klaren, daß sie isoliert standen, sowohl gegenüber Kolbes als auch Kekulé's Schule. Kolbe ist der Anschauung von Berzelius verhaftet geblieben. Er war der Meinung, daß die Radikale die Elemente der organischen Chemie seien. Eine Auflösung bis hin zu den einzelnen Atomen und die Betrachtung der Verknüpfungsweise dieser kleinsten Teilchen schien ihm unmöglich. Kekulé war Mitte der 60er Jahre noch immer überzeugt, daß man aus den chemischen Eigenschaften einer Verbindung keine Schlüsse über deren Konstitution ziehen könne.

Erlenmeyer schrieb in diesem Zusammenhang an Butlerow:

"Ich möchte Ihnen jetzt einmal den Standpunkt klar machen über das Verhältnis von uns beiden (Ihnen und mir) zu den anderen Chemikern. Ich behaupte, wir beide sind die zwei einzigen Chemiker der Welt, welche sich und alle anderen verstehen. Ich kenne ausser uns keinen, der uns versteht und keinen, der alle anderen ebenso versteht, wie wir. Die meisten Typiker verstehen Kolbe absolut nicht, Kolbe versteht die Typiker absolut nicht, Kekulé versteht sich selbst nicht, Kolbe nicht, uns nicht, Wurtz befindet sich in demselben Fall. Heintz versteht Wislicenus u. Wislicenus versteht Heintz, aber keiner versteht sonst niemanden. Heintz glaubt Sie zu verstehen, aber er missversteht Sie auch. Wer bleibt da noch übrig?" (567)

Butlerow bestätigte diese Überzeugung mit kleinen Einschränkungen:

"Ganz völlig bin ich mit Ihrer Vorstellung über die Beziehungen zwischen uns und anderen Chemikern (Anmerkung: einverstanden) und, natürlich, wollte ich gar nicht sagen, dass wir nur Wurtz und Kekulé folgen. Mir scheint aber, dass für die beiden unsere Anschauungen verbleiben nicht ganz unverstänglich. Der erste hat zur Zeit nur kleine Wunsch sich mit der Theorie zu beschäftigen, und der andere - hält sich für eine gewichtige Person, um unsere Ansichten an(zu)nehmen,

und gleichzeitig, infolge der von ihm gewohnten Art und Weise, die Erscheinungen zu betrachten, kann er nicht die anderen Ansichten annehmen. Hierauf möchte ich zur Anzahl derer, die es verstehen auch Markownikow anschliessen" (568).

Diese Zeilen lassen ein etwas gespanntes Verhältnis zu Kekulé erkennen. Kekulé und seine Anhänger vertraten den Standpunkt, er allein sei der wahre Schöpfer der Strukturlehre, während Butlerow bloß den Begriff "chemische Struktur" für Kekulé's Ideen geschaffen habe, verstanden jedoch zunächst unter den Hauptmerkmalen der Strukturchemie lediglich die Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms und die Verknüpfungsmöglichkeit der Kohlenstoffatome untereinander.

Als Wladimir Markownikow (1838-1904), Butlerows Schüler und glühender Anhänger, 1865 eine in scharfem Ton verfaßte Kritik zu Kekulé's Anschauung der Strukturlehre und zu seinem Lehrbuch veröffentlichte (569), verschlechterte sich das Verhältnis, weil Kekulé's Anhänger annahmen, die Kritik stamme aus Butlerows Feder. Die Kontroversen verschärften sich, als Butlerow anlässlich der Herausgabe seines Lehrbuchs in deutscher Sprache 1868 nach Leipzig kam und in den Annalen Lothar Meyers Artikel "Zur Abwehr" (570) erschien, in dem Butlerow beschuldigt wurde, sich Verdienste anderer zugeschrieben zu haben und Kekulé's Prioritätsansprüche mit Nachdruck behauptet wurden. Butlerow ließ "Eine Antwort" (571) folgen (572).

Butlerow hatte bereits 1861 bei der Rückkehr von der Naturforscherversammlung in Speyer, auf der er den richtungsweisenden Vortrag "Einiges über die chemische Structur der Körper" (573) gehalten hatte, das übertriebene Nationalgefühl der Deutschen bedauert, welches für die Verdienste einer anderen Nation wenig Anerkennung zeige (574). Weiter beklagte er in seiner "Antwort", daß er "ein s t e t e s Verschweigen seiner Äußerungen von mancher Seite wahrgenommen zu haben glaubte" (575). Alle neuen

Gedanken schrieb man Kekulé zu.

Einer der wenigen, die Butlerows Beitrag in seinem vollen Umfang erkannten, war Erlenmeyer. Er war aufgeschlossen gegenüber den neuen Theorien der Chemie, er hatte ein besonders gutes Verhältnis zu den russischen Chemikern - ein Großteil seiner Studenten in Heidelberg war russischer Herkunft - er übernahm sämtliche Veröffentlichungen Butlerows in die von ihm herausgegebene "Zeitschrift für Chemie".

In neuerer Zeit wurden die Kontroversen um Butlerow wieder aufgegriffen. 100 Jahre waren 1958 vergangen seit Kekulé und Couper unabhängig voneinander die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und die Verknüpfungsfähigkeit der C-Atome untereinander als Grundprinzipien der organischen Verbindungen erkannt hatten. Von zahlreichen Historikern kamen Beiträge zur Würdigung Kekulés (576), auch Couper (577) erhielt die ihm gebührende Wertschätzung, während Butlerows Verdienste vernachlässigt oder gar in Abrede gestellt wurden. Erlenmeyer fand selten überhaupt Erwähnung. Zu den wenigen Stimmen, die sich für Butlerow und seine Leistungen erhoben, zählen die von H. M. Leicester und D. Larder. Leicester würdigte Butlerow, dem er das Verdienst zusprach, die Typentheorie überwunden und

"auf der Basis der Lehre von der Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms die Prinzipien durch die die organische Chemie ihre größten Fortschritte gemacht hat, aufgebaut zu haben" (578).

Larder kam zu dem Schluß, daß es Butlerow war, der die chemische Strukturtheorie ausdrücklich formulierte und damit einen

"entscheidenden Schritt über die klassischen Studien von Couper und Kekulé hinaus tat" (579).

Er zog eine gerade Linie von der Valenztheorie ausgehend, über die Arbeiten Coupers und Kekulés bis zu Butlerows klassischem

Konzept der chemischen Struktur, welches mit verhältnismäßig wenig Veränderungen bis in die moderne Zeit weiterbestehe. Die wichtige Rolle, die Erlenmeyer in diesem Zusammenhang spielte, wurde auch hier nicht erwähnt.

Diese Beiträge, die Butlerows Verdienste hervorheben, sind absolut berechtigt und notwendig, denn neben der Auflösung der Radikale, der Vorstellung von der Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und der Verkettung der C-Atome war die Erkenntnis des tiefen Zusammenhangs zwischen der Struktur der Moleküle und ihren chemischen Eigenschaften ein Hauptmerkmal der Strukturlehre.

Diesen Gesichtspunkt erkannt zu haben, ist Butlerows Verdienst. J. Weyer hat in seinen "Ausführungen zur Entstehung der Organischen Chemie im 19. Jahrhundert" (580) die Weiterführung von Kekulé und Coupers Lehren durch Butlerow anerkannt. Leider fand Erlenmeyer auch hier keine Berücksichtigung.

Für weniger wichtig hielt A. J. Rocke die Gestalt Butlerows in der Entwicklung der chemischen Strukturtheorie. Er gestand ihm zwar zu, einer der konsequentesten Verfechter der neuen Richtung gewesen zu sein, lehnte aber Butlerow als Urheber der Theorie kategorisch ab (581).

Der sowjetische Historiker Bykow dagegen betrachtete Butlerow als den Begründer der Strukturtheorie, für die die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und die Verbindungsfähigkeit der C-Atome untereinander lediglich die Voraussetzungen waren (582).

Bykow (583) untersuchte die Gründe für die Vernachlässigung Butlerows in damaliger und heutiger Zeit und sah sie neben Kekulé's Popularität und Einfluß in dessen energischerem Behaupten seiner Prioritätsansprüche. Weitere Gründe wurden auf philosophischer Basis diskutiert.

Larder untersuchte hierzu die Vorstellung sowjetischer Historiker von Butlerow als dialektischem Materialisten (584)(585).

"Bykow, in discussing Butlerov's scientific method, considers him to be a dialectical materialist. If we view Butlerov's

concept of chemical structure from a dialectical rather than from a mechanical viewpoint we perceive immediately the difference in emphasis between Couper and Kekulé on the one hand and Butlerov on the other" (584).

Eine einfachere Erklärung dafür, daß Butlerow in den Hintergrund gedrängt wurde, findet sich möglicherweise in Beilsteins Brief vom 24.11.1866, der auf Seite 27 zitiert ist. Hier hatte Beilstein die Ursache in Butlerows Freundschaft und seiner engen wissenschaftlichen Beziehung zu Erlenmeyer gesehen (586).

Erlenmeyer hatte sich - wie eingangs erwähnt - durch die unverblühten und scharfen Kritiken und die zahlreichen mißbilligenden Anmerkungen in seiner "Zeitschrift für Chemie" viele Feinde geschaffen. Ihn selbst störte das wenig. Er stellte die wissenschaftliche Kritik über alles. Seine Verdienste um den Ausbau der Strukturtheorie wurden jedoch wegen der daraus folgenden Isolation nicht entsprechend offenkundig.

Man wird Erlenmeyer nicht unbedingt als schöpferisches Genie bezeichnen. Die entscheidenden Ideen auf dem Weg zur Strukturtheorie, die Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms und die Verkettungsweise der Kohlenstoffatome untereinander, wurden, aufbauend auf der Valenzlehre, von Couper und Kekulé 1858 ausgesprochen. Butlerow tat den nächsten Schritt indem er 1861 die "chemische Struktur" als wissenschaftliches Konzept definierte und den Zusammenhang zwischen der Struktur und den chemischen Eigenschaften einer Verbindung betonte. Erlenmeyers Genialität aber lag insbesondere darin, daß er die Bedeutung dieser neuen Richtung in der Chemie sogleich erkannte, die einzelnen Aussagen zu koordinieren verstand und sich in seinen Schriften unablässig und kompromißlos für sie einsetzte. Dies geschah zu einer Zeit, als die Typentheorie noch allgemein verbreitet war und nur wenige Chemiker überhaupt von den neuen Theorien hören wollten. Bezüglich der Formelschreibweise war Erlenmeyer sowohl Kekulé, als auch Butlerow weit vorausgeeilt. Wohl hatte Butlerow

1861 auf seinem Vortrag in Speyer unterstrichen, daß es für eine Verbindung nur eine einzige Formel geben könne, die ihre chemische Struktur bezeichne, und damit die Typentheorie verlassen, die für eine einzige Verbindung mehrere Formeln kannte. Und doch verfaßte er die Formeln in seinen Abhandlungen und auch in seinem 1864 in russisch, 1868 in deutsch erschienenen Lehrbuch, dem die chemische Strukturlehre zugrunde lag, noch in der Typenschreibweise. Ebenso verhielt sich Kekulé. Obwohl dieser die Typentheorie gedanklich längst überwunden hatte, gebrauchte er in seinen Veröffentlichungen und in seinem Lehrbuch weiterhin die Typenformeln. Teilweise vermied er sogar jede Formel und behalf sich mit einer Umschreibung der Verbindung. Er sprach über die Verknüpfung der Atome zeichnete sie aber nicht.

"Bald benutzte Erlemeyer... die Buchstabensymbole der Elemente... und deutete deren Affinivalenz (d.i. "Basizität", "Wertigkeit") durch Striche an, jedem Element so viele Striche erteilend, als es Valenzen besaß. Diese Schreibweise trat mehr und mehr an die Stelle der graphischen Formeln und hat sich bis auf den heutigen Tag erhalten. So entstanden zu Ende der sechziger und Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts die "Struktur"- oder "Konstitutionsformeln" in der Schreibweise wie wir sie heute noch benutzen" (588).

Dies schrieb F. Henrich 1924. In vollem Umfang läßt sich diese Aussage auch 1984 noch bestätigen.

Die graphische Formel mit dem Valenzstrich als Symbol für eine Bindung zwischen 2 Atomen geht letztlich auf Couper (589) zurück. Leider wurde er zu früh aus seiner wissenschaftlichen Laufbahn gerissen und seine kurze Schaffensperiode auf chemischem Sektor verschwand im Dunkel. Wurtz hatte Coupers Formeln für eine kurze Zeit aufgegriffen, dann jedoch die Typenformeln vorgezogen. Man war sich bei den meisten Verbindungen noch zu unsicher, ein genaues Bild der Atomverknüpfungen zu zeichnen. 1864 schrieb

Crum Brown Formeln, in denen die einzelnen Elementsymbole mit Kreisen umgeben waren. Auch er bezeichnete die Atomverknüpfungen durch Striche (590). Doch es waren Erlenmeyers Formeln, die in ihrem äußeren Erscheinungsbild bestehen blieben.

In der zeitgenössischen Literatur wird nun häufig der Standpunkt vertreten, Erlenmeyer habe Crum Browns Formeln übernommen und lediglich die Kreise um die Atomsymbole weggelassen.

So A. A. Baker:

"By 1866 Emil Erlenmeyer at Heidelberg had discovered Crum Brown... He recognized the success of Crum Brown's structural formulas, and he adapted them to his own use, omitting the circles around the symbols for atoms" (591).

A. J. Rocke:

"Erlenmeyer adopted... formulas which strongly resemble both Couper's and Crum Brown's notation... Erlenmeyer used the newly modified Crum Brown notation consistently" (592).

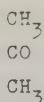
Ebenso schreiben J. K. Senior (593), A. Findley (594) und D. F. Larder (595) die Entwicklung der chemischen Strukturformeln Crum Brown zu.

C. A. Russell (596) wiederum vertritt die Meinung, daß Crum Browns Formeln auf dem Kontinent, speziell in Deutschland keinen Einfluß ausgeübt haben, denn selbst bei sorgfältigen Historikern, wie E. v. Meyer (Geschichte der Chemie) und A. Ladenburg (Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie in den letzten hundert Jahren) finde sich nicht einmal eine beiläufige Notiz darüber. Den Grund hierfür sieht Russell darin, daß Veröffentlichungen der Universität Edinburgh in Deutschland nicht allgemein zugänglich waren. Kekulé kannte Crum Browns Formeln, wie aus einer Anmerkung (597) hervorgeht, hielt sie jedoch für bedeutungslos. Man darf also annehmen, daß sie auch Erlenmeyer nicht unbekannt waren. Es gibt aber keinen Hinweis, wie Erlenmeyer sie einschätzte, noch darüber,

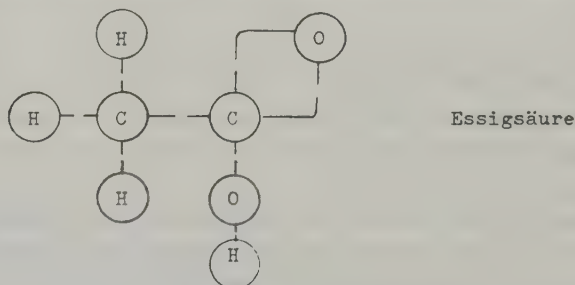
ob er seine Formeln denen von Crum Brown anpaßte. Im Gegenteil - seine Formeln (598) z.B. für Glycerin



oder für Aceton



in denen lediglich die Valenzstriche fehlen, widersprechen dieser Auffassung. Sie stammen aus demselben Jahr, 1864, in dem Crum Brown seine "Theory of Isomeric Compounds" (599) vorstellte, in der er eingekreiste Elementsymbole und Valenzstriche schrieb, z.B.



Insgesamt gesehen muß man sagen, daß eine neue Formelschreibweise wohl in der Luft lag. Die Typentheorie war gedanklich überholt. Eine der neuen Strukturtheorie gemäße Schreibweise war fast schon überfällig als Erlenmeyer sein Lehrbuch vorzubereiten begann. A. B. Costa gehört zu den wenigen, die Erlenmeyers Verdienste um die Entwicklung der Strukturchemie überhaupt erwähnen. Allerdings sieht auch er Erlenmeyers Formeln in Verbindung mit denen Crum Browns:

"Erlenmeyer also dealt with many theoretical problems, and his remarks on valence and structure were fundamental to the

development of these new ideas... Alexander Crum Brown in 1864 depicted the structure of organic compounds by drawing chemical bonds with dotted lines and enclosing the atomic symbols in circles. Chemists were hesitant to accept and use these graphic representations until Erlenmeyer in 1866 abandoned the old type formulas and adopted the new ones. By modifying Crum Brown's graphic formulas, he introduced the modern structural notation" (600).

In ähnlicher Weise äußerte sich A. J. Rocke:

"Erlenmeyer adopted... formulas which strongly resemble both Couper's and Crum Brown's notation. Crum Brown's circles were omitted, solid lines - including double and triple bonds - were used, and hydrogen atoms were not separately indicated. In short, these formulas were essentially those we use today. ... Erlenmeyer used the newly modified Crum Brown notation consistently, and was the major force leading to its eventual acceptance" (601).

Die Strukturtheorie wurde für eine zuverlässige Basis für die weitere Entwicklung der organischen Chemie gehalten. Mit ihrer Hilfe war es möglich, die Existenz isomerer Verbindungen zu erklären, und man konnte die gegenseitige Bindung der Atome im Molekül durch Formeln darstellen. Es dauerte aber nicht lange, da wurden Unzulänglichkeiten deutlich durch die Entdeckung, daß in manchen Fällen die Anzahl der isomeren Verbindungen größer war, als die Strukturtheorie erlaubte. Eine neue Art von Isomeren wurde erkannt, deren bemerkenswerte Eigenschaft die optische Aktivität war. Den entscheidenden Gedanken zur Aufklärung der molekularen Ursachen lieferten 1874 Le Bel (602) und van't Hoff (603) mit der Hypothese vom asymmetrischen Kohlenstoffatom. Die dreidimensionale Anordnung der Atome im Molekül wurde in die chemischen Betrachtungen einbezogen. Die Natur der Bindungskräfte war zu Ende des 19. Jahrhunderts noch immer ungeklärt. Man stellte die Valenzbindung durch einen Strich

zwischen den Elementsymbolen dar, wie aber die Bindung in Wirklichkeit beschaffen war, darüber herrschte völlige Unklarheit. Erst die Entdeckung des **Elektrons** konnte des Rätsels Lösung bringen. Mit A. Ihde läßt sich sagen, daß das 19. Jahrhundert als das Jahrhundert des Atoms betrachtet werden kann, während das 20. Jahrhundert dem Elektron gehört (604).

Die Elektronentheorie der Valenz bedeutete eine neue Bestätigung der prinzipiellen Richtigkeit der chemischen Strukturlehre und stellte eine neue Etappe in ihrer Weiterentwicklung dar.

Zusammenfassung

Der Name Erlenmeyer ist vorwiegend in Verbindung mit dem von ihm entwickelten Glasgefäß bekannt, das die ganze Welt erobert hat. Der "Erlenmeyer-Kolben" ist unentbehrlich geworden und aus keinem Laboratorium wegzudenken.

Nur wenige verknüpfen mit dem Namen Erlenmeyer die Erinnerung an den großen Chemiker, den unermüdlchen Lehrer, den unerschrockenen Kritiker zeitgenössischer Chemiker.

Erlenmeyer hat durch eine Vielzahl experimenteller Arbeiten für die praktische Chemie zur Aufklärung chemischer Verbindungen und Reaktionen beigetragen sowie theoretische Erkenntnisse abgesichert.

Er klärte im wesentlichen die Konstitution von Anethol und Eugenol, die Konstitution von Naphthalin, der bei der Gärung entstehenden Alkohole, des Guanidins, des Kreatins und Kreatinins. Er stellte die nach ihm benannte Regel auf. Im weiteren gelang ihm, in Zusammenarbeit mit seinem Schüler A. Lipp, die Tyrosinsynthese. Aufklärend wirkten seine Auseinandersetzungen über die sogenannten abnormen Dampfdichten. Durch Präzisierung der fundamentalen Begriffe Äquivalent, Atom, Molekül, Volumen, Wertigkeit, gab Erlenmeyer entscheidende Impulse für die Weiterentwicklung der Chemie. Der Begriff "Wertigkeit" wurde von ihm geprägt. Er war auch der erste, der die Mehrfachbindung zwischen Kohlenstoffatomen postulierte.

Als Kekulé und Couper zu einer Zeit, als die sogenannte Typentheorie vorherrschend war, die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und die Verkettungsweise der Kohlenstoffatome untereinander erkannten und Butlerow die "chemische Struktur" als wissenschaftliches Konzept definierte, war Erlenmeyer einer der ersten, die sich in die neue Betrachtungsweise hineinfanden. Er setzte sich kompromißlos und konsequent gegen den Widerstand bedeutender Zeitgenossen, vor allem Hermann Kolbe, für die Festigung und den

Ausbau dieser damals neuen Theorien in der von ihm herausgegebenen "Zeitschrift für Chemie" ein. Er schuf damit die Voraussetzungen für den Durchbruch der Strukturtheorie, deren Sieg über die Typentheorie jedoch erst mit der Verwendung von Strukturformeln endgültig war. Die Vorstellungen über die Zusammensetzung der organischen Körper wurden meist noch im Sinne der Typentheorie zum Ausdruck gebracht, die kein genaues Bild über die Aneinanderlagerung der einzelnen Atome im Molekül, also die Konstitution der organischen Verbindungen verlangte. Hier war Erlenmeyer den Chemikern seiner Zeit weit vorausgeeilt. Sein besonderes Verdienst ist es, an der weiteren Entwicklung der allgemeinen theoretisch-chemischen Vorstellungen und der Ansichten über die Konstitution der organischen Substanzen mit großem Erfolg tätig gewesen zu sein. Seit 1866 verwendete er konsequent die Formelschreibweise, die auch heute, fast 120 Jahre später, noch gebräuchlich ist. Er verfaßte das erste Lehrbuch, welches vollständig in dieser Schreibweise erschien. In diesem Lehrbuch machte er zum ersten Mal die Lehre von der Valenz und der Atomverkettung der Elemente zur Grundlage der Systematik der Kohlenstoffverbindungen. Emil Erlenmeyer zählt durch seine praktischen und theoretischen Arbeiten zu den führenden Chemikern der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts. Sein Name ist für alle Zeiten mit der Entwicklungsgeschichte der modernen Chemie verbunden.

AnhangAnmerkungen

(Die in Klammern gesetzten Zahlen beziehen sich auf das Schriftumsverzeichnis, die römischen Ziffern auf die Schriftstücke im Quellenanhang.)

- 1) Hartmann 1872 (139), 307
- 2) Weltzien 1860 (237), mit vollständiger tabellarischer Aufzählung der damals bekannten Substanzen.
- 3) nach Richter, M.M. in: Richter, F. 1938 (224), 49
- 4) Kekulé 1861 (158), 58
- 5) Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München 7558.
- 6) Von England kommend war auch Kekulé nach Heidelberg gegangen. Beide hielten abwechselnd Vorlesung in einem kleinen, 10 Hörer fassenden Raum. In dieser Zeit begann die Freundschaft der beiden Chemiker.
- 7) siehe auch Krätz 1972 (183), 9-10
siehe auch R. Meyer an Erlenmeyer vom 5.11.1882, XLI
R. Meyer an Erlenmeyer vom 4.8.1883, XLIII
- 8) Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München 589/3, vollständige Hörerliste Erlenmeyers in den Semestern 1860/61 bis 1868 mit Bezeichnung der Vorlesungen. (im Auszug Abb. 3)
- 9) Nachrufe auf Erlenmeyer verfaßten seine Schüler:
Kilian 1909 (168)
Lipp 1910 (202)
Eine ausführliche Beschreibung seines Lebensweges und -werkes findet sich bei
Conrad 1910 (48)
Perkin 1911 (222)
In neuerer Zeit entwarf Krätz 1972 (182) ein "Portrait" Emil Erlenmeyers.
- 10) Erlenmeyer 1860 (68)
- 11) Erlenmeyer an Kekulé o.D., I
- 12) Zwink an Erlenmeyer vom 6.7.1862, IV
- 13) Erlenmeyer an Liebig vom 19.7.1862, V
- 14) Erlenmeyer an Kolbe vom 28.6.1871, XVIII

- 15) Erlenmeyer an Butlerow vom 25.3.1864, zitiert nach Bykow und Bekassowa 1966 (44), 190
- 16) Beilstein an Butlerow vom 24.11.1866, zitiert nach Bykow und Bekassowa 1966 (45), 281
- 17) Erlenmeyer an Butlerow vom 25.3.1864, zitiert nach Bykow und Bekassowa 1966 (44), 191
- 18) siehe Bykow und Bekassowa 1966 (44), 192
- 19) Beilstein an Butlerow vom 29./17.1.1865, zitiert nach Bykow und Bekassowa 1966 (45), 270
(Die doppelte Angabe des Datums ergibt sich durch den Unterschied zwischen dem gregorianischen und dem julianischen Kalender. 29.1. gregorianisch = 17.1. julianisch.)
- 20) V. Meyer an Erlenmeyer vom 6.1.1871, XVI
Bayer an Erlenmeyer vom 22.6.1871, XVII
Erlenmeyer an Kolbe vom 28.6.1871, XVIII
V. Meyer an Erlenmeyer vom 19.10.1871, XIX
- 21) Erlenmeyer an Kekulé vom 5.11.1871, XX
Kekulé an Erlenmeyer vom 8.11.1871, XXI, siehe auch Anschütz 1929 (5), 405
Erlenmeyer an Kekulé vom 17.11.1871, XXII
- 22) Erlenmeyer an Kolbe vom 28.6.1871, XVIII
- 23) Erlenmeyer an Hoppe-Seyler vom 10.3.1873, XXVI
Entwurf, der letzte Satz wurde abgebrochen.)
- 24) Dalton 1808 (57)
- 25) siehe Davy 1814 (58), 93, Fußnote
- 26) Berzelius 1811 (13)
- 27) Lavoisier 1787 (192)
- 28) bei Levere 1971 (196), 1-22 findet sich eine ausführliche Darstellung der Auswirkungen von Newtons Ideen auf die chemische Theorie.
- 29) Berzelius 1818 (17)
- 30) Berzelius 1812 (14), 40
- 31) Berzelius 1820 (17), 97 (schwedisches Original von 1818)
- 32) Lavoisier 1789 (191), 176
- 33) Gay-Lussac 1811 (124)
- 34) Berzelius 1823 (18), 552 (schwedisches Original von 1817)
- 35) Wöhler und Liebig 1832 (250)
- 36) Gay-Lussac 1814 (125)

- 37) Dumas und Boullay 1828 (66)
- 38) Berzelius 1832 (21)
- 39) Wöhler und Liebig 1832 (250)
- 40) Berzelius 1839 (24), 13
- 41) Liebig 1834 (198)
- 42) Vgl. Partington 1964 (220), 351
- 43) Bunsen 1837 (29)(30)
- 44) Kolbe 1848 (169), 177, 439
- 45) Baeyer 1891 (7), 138
- 46) Dumas 1834 (63), 140
- 47) Dumas 1839 (64); 1840 (150)
- 48) Melsens 1842 (209)
- 49) Liebig 1839 (201), 72-73 Anm.
- 50) Liebig 1835 (199), 166
- 51) siehe Berzelius 1839 (25), 119 Anm.
- 52) Kekulé 1861 (158), 90; Gerhardt 1839 (188)
- 53) Gerhardt 1853 (131), 174-179
- 54) Hofmann 1850 (145)(146)
- 55) Williamson 1850 (242)
- 56) Gerhardt 1857 (132), 561 und folgende
- 57) Williamson 1851 (243), 336; vollständige Abschrift der Abhandlung im Nachlaß Erlenmeyers, Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München 1968-589/9.
- 58) Frankland 1852 (121), 440
- 59) Odling 1855 (218)
- 60) Kekulé 1854 (155), 314
- 61) Kekulé 1857 (156), 133-134
- 62) Odling 1855 (217), 64
- 63) L. Meyer an Kolbe vom 30.1.1881, XL
- 64) L. Meyer an Kolbe vom 30.1.1881, XL
- 65) Erlenmeyer 1867 (98), 230 und folgende
- 66) Erlenmeyer 1867 (98), 231
- 67) Erlenmeyer 1871 (103), 27
- 68) Erlenmeyer 1867 (98), 230 und folgende

- 69) Hier (1860 (69), 540) führte Erlenmeyer den Begriff "Wertigkeit" anstelle von "Atomigkeit" ein. Hier definierte er auch die Begriffe Atom und Molekül, sprach sich für die sog. "großen" Atomgewichte (C=12, O=16 usw.) aus und trat für Klarheit und Eindeutigkeit der Bezeichnungen ein.
- 70) Hier (1861 (72)(114)(113)) bezeichnete er die Wertigkeit der einzelnen Atome bzw. Atomgruppen durch Ziffern; für Wasserstoff verwendete er römische Ziffern und für die Wertigkeit des Radikals hochgestellte Striche, siehe 1861 (72), 362.
- 71) Erlenmeyer 1871 (103), 27
- 72) Erlenmeyer 1867 (98), 231-232
- 73) Erlenmeyer 1862 (73), 19-20
- 74) Erlenmeyer 1867 (98), 232
- 75) Auf den Nutzen der Typentheorie wies auch J. Volhard in einem Brief zum Tode Hofmanns kurz hin:
J. Volhard an Erlenmeyer vom 28.6.1892, XLVIII
- 76) siehe Bykow und Bekassowa 1966 (44), 190
- 77) siehe Bykow und Bekassowa 1966 (44), 188
- 78) Erlenmeyer 1862 (73), 32
- 79) Erlenmeyer 1862 (73), 19
- 80) Erlenmeyer 1862 (73), 31
- 81) Erlenmeyer 1862 (73), 31
- 82) Butlerow 1861 (32), 553
- 83) Butlerow 1861 (32), 554
- 84) Bykow 1962 (42), 221-222 betont ausdrücklich, daß der Begriff "chemische Struktur" schon wesentlich älter sei und bereits 1845 in russischen Arbeiten über Chemie auftauche, jedoch durch Butlerow eine veränderte Bedeutung erhalten habe und Ausdruck seiner neuen Ideen wurde.
- 85) Butlerow 1858 "Ueber die Constitution der Körper im allgemeinen".
- 86) Butlerow 1859 (31), 54
- 87) Butlerow 1861 (32), 560
- 88) Kekulé 1861 (158), 158
- 89) Kolbe 1869 (175), 38
- 90) Erlenmeyer an Liebig vom 19.7.1862, V
- 91) Erlenmeyer an Liebig vom 13.10.1865, VII

- 109) Laurent 1846 (190)
- 110) Gerhardt 1848 (130)
- 111) Gay-Lussac 1828 (126), 16
- 112) Vgl. Ladenburg 1869 (185), 108
- 113) Liebig 1838 (200), 186
- 114) Odling 1855 (218)
- 115) Erlenmeyer 1860 (69), 542
- 116) nach Erlenmeyer 1867 (98), 21-22
- 117) Berzelius 1814 (15), 362
- 118) Berzelius 1818 (17)
- 119) Berzelius 1827 (19), 615 (deutsche Übersetzung)
- 120) Dalton 1803 (56)
- 121) Berzelius 1831 (20), nicht numerierter Anhang
- 122) Dalton 1808 (57), siehe auch Davy 1814 (122), 93, Fußnote
- 123) Davy 1814 (58), 84-109
- 124) Wollaston 1814 (251)
- 125) Vgl. Partington (220), 421
- 126) Gerhardt 1842/1843 (128)
- 127) Gerhardt 1843 (128), 5
- 128) Gerhardt 1843 (128), 5
- 129) Eine ausführliche Betrachtung des Kongresses findet sich bei:
 Stock 1933 (233)
 de Milt 1948 (214)
 de Milt 1951 (215)
 Ihde 1961 (151)
- 130) Erlenmeyer 1860 (69), 539
- 131) Vgl. Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften 30,
 Leipzig 1891.
- 132) Avogadro 1811 (6)
- 133) Ampère 1814 (1)
- 134) Kolbe 1868 (175), 6
 Kolbe 1872 (178, S. XLVIII: "Noch sei erläuternd bemerkt,
 dass ich in den Abhandlungen aus den Jahren 1866 bis 1869, wo
 ich die Atomgewichte des Kohlenstoffs, Sauerstoffs, Schwefels
 und einiger anderer Elemente noch halb so gross annahm, als
 jetzt, eine Umarbeitung speciell der chemischen Formeln und

Gleichungen für nöthig gehalten habe, so dass nunmehr in allen Abhandlungen dieselben Atomgewichte für die gleichen Elemente gebraucht sind".

- 135) Williamson 1854 (244), 211
- 136) Erlenmeyer 1860 (69), 544
- 137) Erlenmeyer 1860 (69), 543
- 138) Erlenmeyer 1863 (78), 97
- 139) Erlenmeyer 1863 (77)(78)(81) siehe hierzu verschiedene Konzeptentwürfe, III
- 140) Kiliani 1909 (168), 481
- 141) Kekulé 1865 (164), 155
- 142) Kekulé 1861 (158), 96
- 143) Kekulé 1861 (158), 241
- 144) Erlenmeyer 1863 (79), 391
- 145) Volhard an Erlenmeyer vom 22.8.1879, XXXVII
- 146) Erlenmeyer 1863 (81), 620
- 147) Erlenmeyer 1863 (78), 101
- 148) Erlenmeyer 1863 (81), 615
- 149) Zwei Jahre später gelang dies mit der von Loschmidt berechneten Konstante, die die Anzahl der Moleküle in einem Kubikzentimeter eines idealen Gases angibt.
Loschmidt 1865 (205)
- 150) hierzu existiert ein von Erlenmeyer geschriebener Notizzettel II.
- 151) Erlenmeyer 1863 (81), 616
- 152) Erlenmeyer 1862 (73), 29, Fußnote 1
- 153) Erlenmeyer 1863 (83), 652
- 154) Erlenmeyer 1863 (83), 653-654
- 155) Erlenmeyer 1864 (89), 506-510
- 156) Williamson 1864 (245), 702
- 157) Erlenmeyer 1863 (83), 657
- 158) Erlenmeyer 1863 (83), 650-657
- 159) Deville 1863 (60)
- 160) Deville und Troost 1863 (61)
- 161) Kekulé 1877 (167), 17-18

- 162) Kekulé 1877 (167), 18-19
- 163) Liebig 1835 (199), 166
- 164) Odling 1855 (217); Übersetzung aus Anschütz 1929 (5),
109-110
- 165) Kekulé 1858 (157), 136-137
- 166) Kekulé 1858 (157), 151-152 und 153
- 167) Anschütz 1929 (5), 41
- 168) Erlenmeyer 1867 (98), 232
- 169) Erlenmeyer 1867 (98), 241
- 170) Couper 1858 (51)
- 171) Couper 1858 (51), 47 (der deutschen Übersetzung)
- 172) Wurtz 1859 (252), 20-24 (Kekulé)
49-52 (Couper)
- 173) Eine ausführliche Betrachtung findet dieser Punkt bei
Fisher 1974 (116), 43-44
- 174) Anschütz 1909 (3)
Anschütz 1909 (2)
- 175) Dobbin 1934 (62) beschreibt die Schritte, die Anschütz
unternahm.
- 176) Kekulé 1858 (157), 153
- 177) Kekulé 1858 (157), 154
- 178) Kekulé 1858 (157), 155
- 179) Schiel 1842 (229), 107
- 180) Gerhardt 1845 (129)
- 181) Kekulé 1858 (157), 153-154
- 182) Butlerow 1861 (32), 553
- 183) Erlenmeyer 1871 (103)
- 184) Kolbe 1871 (176), 127-136
- 185) Erlenmeyer 1871 (103), 26, Anmerkung 1
- 186) Erlenmeyer 1863 (85), 728
- 187) Erlenmeyer 1863 (77)(78)(81)
- 188) Erlenmeyer 1863 (85), 735
- 189) Kolbe 1881 (179), 105
- 190) Kolbe 1871 (176), 129

- 191) Kolbe 1869 (175), 39
- 192) Erlenmeyer 1871 (103), 29
- 193) Kolbe 1871 (176), 128
- 194) seit 1869: $(C=12, O=16) \begin{matrix} CH_3 \\ H_3 \end{matrix} \} CO$ Acetaldehyd als Verbindung
des Kohlensäureradikals CO mit dem Radikal Methyl und einem Wasserstoffatom.
- 195) Kolbe 1871 (176), 128
- 196) Erlenmeyer 1871 (103), 32, Anmerkung
- 197) V. Meyer an Erlenmeyer vom 6.1.1871, XVI - es muß allerdings heißen: 6.1.1872, denn der Brief folgt inhaltlich dem Brief vom 19.10.1871, XIX
- 198) Erlenmeyer 1871 (103), 33
- 199) Fisher 1973 (116), 227
- 200) Fisher 1974 (116), 29
- 201) Kolbe 1871 (176), 132, Fußnote 1
- 202) Kolbe 1865 (174), 517
- 203) Kolbe 1854 (170), 50
- 204) Kekulé 1857 (156)
- 205) Kolbe 1860 (171), 293-294
- 206) Kolbe an Volhard vom 9.6.1876. XXXVI
- 207) Kolbe 1871 (177), 15
- 208) Kolbe 1871 (177), 24
- 209) Kolbe 1871 (177), 19
- 210) Kolbe 1854 (170), 13
- 211) Kolbe 1871 (177), 20
- 212) Frankland an Kolbe vom 3.12.1871, XXIII
- 213) Kolbe 1871 (177), 21. Hier hatte Kolbe verschiedene Chemiker und ihre Definition der chemischen Konstitution aufgeführt.
- 214) 1883 allerdings wandte sich Frankland unter Hinweis auf seine "Lecture Notes for Chemical Students" (122) von 1866 in aller Klarheit gegen Kolbes Meinung, er sei ein "Antistrukturchemiker":
Frankland an Kolbe vom 23.9.1883, XLIV
- 215) Kolbe 1871 (176), 127-136
- 216) Kolbe 1871 (177), 21, Fußnote 8: "Erlenmeyer hat dem Separat-
abdruck noch 7 1/2 Seiten lange Anmerkungen angefügt, welche

eine Kritik meiner theoretisch-chemischen Ansichten enthalten. Ich will diese Kritik aus Rücksicht auf den Verfasser mit Stillschweigen übergehen".

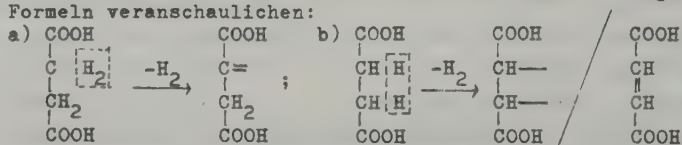
- 217) V. Meyer an Erlenmeyer vom 19.10.1871, XIX
- 218) Kolbe an Volhard vom 2.7.1874, XXVII
- 219) Kolbe an Volhard vom 16.12.1874 mit Fortsetzung vom 15.4.1875, XXX
- 220) siehe Bykow und Bekassowa 1966 (44), 188
- 221) Weidenbusch an Erlenmeyer vom 28.11.1874, XXIX
Weidenbusch bemerkte, daß er Erlenmeyers Begabung für eine weit mehr kritische als historische halte.
- 222) Erlenmeyer 1863 (83), 650
- 223) Erlenmeyer an Christian Ludwig Otto Buchner (Antwortschreiben im Entwurf angehängt an einen Brief Buchners vom 8.11.1872, XXIV)
- 224) Erlenmeyer an Hlasiwetz vom 28.11.1874, XXVIII
- 225) Kolbe 1854 (170), S.VI im Vorwort.
- 226) Kolbe 1869 (175), 30
- 227) Butlerow 1861 (32), 551-552
- 228) Erlenmeyer 1862 (73), 18-32
- 229) Erlenmeyer 1862 (73), 20
- 230) Erlenmeyer 1862 (73), 21
- 231) Erlenmeyer 1862 (73), 27
- 232) siehe Bykow und Bekassowa 1966 (44), 188
- 233) siehe Anschütz 1929 (5), 305
- 234) Butlerow 1861 (32), 552
- 235) Anschütz 1929 (5), 217
- 236) Foster 1861 (119), 273
- 237) Anschütz 1929 (5), 218
- 238) siehe Anschütz 1929 (5), 218
- 239) Erlenmeyer 1863 (78), 97
- 240) Erlenmeyer 1863 (78), 98
- 241) Erlenmeyer 1867 (98), 40
- 242) Volhard an Erlenmeyer vom 25.2.1864, VI
- 243) Kekulé 1864 (162)

- 244) Kekulé 1864 (162), 690
- 245) Foster 1861 (119), 273
- 246) siehe Anschütz 1929 (5), 218
- 247) Kekulé 1861 (158), 95
- 248) Erlenmeyer 1862 (73)
- 249) Die Mitarbeit Erlenmeyers an Kekulés Lehrbuch ist durch Kekulés Brief an Erlenmeyer vom 29.1.1859 belegt.
Siehe Anschütz 1929 (5), 150
- 250) Eder 1966 (67), 148 und folgende. Im Rahmen einer Dissertation wurden die verschiedenen Ansichten untersucht und verglichen.
- 251) Kolbe 1854 (170), 29-30
- 252) Naquet 1864 (216), 688
- 253) Erlenmeyer 1860 (69), 540
- 254) Wurtz 1864 (257)
Naquet 1864 (216)
Kekulé 1864 (162)
Williamson 1864 (245)
- 255) Erlenmeyer 1863 (77), 71
- 256) Erlenmeyer 1864 (86), 13
- 257) Erlenmeyer 1863 (77), 72
- 258) Erlenmeyer 1860 (69), 542
- 259) 1 Äquivalent Kohlenstoff, in der Äquivalentformel mit C bezeichnet, sollte 3 Gewichtsteilen Kohlenstoff entsprechen; 1 Äquivalentkomplex Kohlenstoff bestand aus 4 Äquivalenten. Die Untrennbarkeit der einzelnen Äquivalente voneinander, bzw. den Äquivalentkomplex bezeichnete die geschweifte Klammer.
- 260) Erlenmeyer 1863 (77), 70
- 261) Erlenmeyer 1863 (77), 67, Anmerkung 2 mit Hinweis auf S.65 derselben Arbeit, wo u.a. auch Kekulés Lehrbuch Band 1 aufgeführt ist.
- 262) Kekulé 1861 (158), 111
- 263) Erlenmeyer 1863 (77), 72
- 264) Erlenmeyer 1864 (90), 629
- 265) Erlenmeyer 1864 (90), 629-630
- 266) Erlenmeyer 1864 (90), 631
- 267) Butlerow 1863 (35), 507

- 268) Erlenmeyer 1864 (90), 631, 633
- 269) Erlenmeyer 1864 (90), 632
- 270) Erlenmeyer 1862 (73), 29
- 271) Erlenmeyer 1863 (83), 651-652
- 272) Butlerow 1863 (35), 507
- 273) Erlenmeyer 1864 (90), 633
- 274) Kekulé 1864 (162)
- 275) Naquet 1864 (216)
- 276) Kauffmann 1972 (153) untersuchte und kommentierte Kekulé's Beharren auf einer konstanten Valenz.
- 277) Kekulé 1864 (162), 690
- 278) Kekulé 1861 (158), 115
- 279) Naquet 1864 (216), 686
- 280) Wurtz 1864 (257), 685
- 281) Wurtz 1862 (253), 81
- 282) Wurtz 1864 (257), 684
- 283) Wurtz 1864 (256), 152, Fußnote 1
- 284) Wurtz 1862 (253), 82
- 285) Kolbe 1863 (172), 17
- 286) siehe Bykow und Bekassowa 1966 (44), 188
- 287) Kekulé 1877 (167), 20
- 288) Lossen 1880 (206)
- 289) Volhard an Erlenmeyer vom 2.8.1880, XXXVIII
- 290) Erlenmeyer 1867 (98), 40
- 291) Lossen 1880 (206), 356
- 292) R. Meyer an Erlenmeyer vom 28.11.1880, XXXIX
- 293) Liebig 1826 (197)
- 294) Wöhler 1825 (249)
- 295) Berzelius 1831 (22), Bd. 11, S. 44
- 296) Erlenmeyer 1874 (104), 17
- 297) Butlerow 1864 (38), 532
- 298) Erlenmeyer 1864 (86), 2
- 299) Erlenmeyer 1864 (86), 13

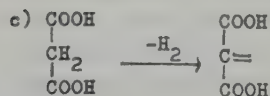
- 300) Erlenmeyer 1862 (73), 30
- 301) Butlerow 1861 (32)
- 302) Erlenmeyer 1861 (71)
- 303) siehe Bykow und Bekassowa 1966 (44), 187-188
- 304) Erlenmeyer 1864 (86), 9
- 305) Erlenmeyer 1864 (86), 12
- 306) Laurent 1846 (190), 266, 283
- 307) Frankland 1851 (120), 247
- 308) Wurtz 1863 (255)
- 309) Erlenmeyer 1863 (80), 422
- 310) er meinte offenbar 1862 (73)
- 311) Erlenmeyer 1863 (82), 629
- 312) Butlerow 1861 (32), 556
- 313) Butlerow 1861 (32)
- 314) Butlerow 1862 (33), 298
- 315) Butlerow 1863 (35), 516
- 316) Butlerow 1863 (35), 516
- 317) Butlerow 1863 (35), 517
- 318) Butlerow 1864 (36), 80-81
- 319) Erlenmeyer 1863 (80), 422
- 320) Butlerow 1864 (37)
- 321) Erlenmeyer 1864 (86), 4
- 322) Butlerow 1864 (37), 397
- 323) Erlenmeyer 1864 (87), 58
- 324) Erlenmeyer 1864 (86)
- 325) Butlerow 1864 (37), 398
- 326) Butlerow 1863 (35), 516
- 327) Butlerow 1864 (37), 397-398
- 328) siehe Bykow und Bekassowa 1966 (44), 188
- 329) Erlenmeyer 1864 (86), 11, Anmerkung
- 330) Butlerow 1864 (37), 400, Anmerkung 2
- 331) Erlenmeyer 1863 (85)
- 332) Erlenmeyer 1863 (85), 733

- 333) Butlerow 1863 (35), 516
 334) Kolbe 1864 (173), 37
 335) Butlerow 1864 (37), 402
 336) siehe Bykow und Bekassowa 1966 (45), 275
 337) Erlenmeyer 1863 (85), 733-734
 338) Erlenmeyer 1864 (88), 91
 339) Erlenmeyer 1864 (86), 17, Anmerkung
 340) Erlenmeyer 1864 (88), 90
 341) Erlenmeyer 1866 (93), 216
 342) L. Meyer 1864 (210), 109, 113-114
 343) L. Meyer 1866 (211), 283, Anmerkung
 344) Schorlemmer 1864 (230)
 345) Hecht 1885-89 (140), 333
 346) Erlenmeyer 1886 (111), 1937
 347) Hecht an Erlenmeyer vom 22.8.1886, XLV
 348) Schorlemmers Abhandlung von 1864 war Kolbe offenbar nicht bekannt, oder er schenkte ihr keinen Glauben.
 349) Kolbe 1883 Kurzes Lehrbuch der Chemie. 2. Teil. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1883, 84.
 350) Erlenmeyer 1863 (76)
 351) Erlenmeyer 1863 (76), 21
 352) Ihde 1959 (150), 330 beschreibt Kekulé's "Lückentheorie".
 353) Kekulé 1863 (161), 12, Anmerkung
 354) Erlenmeyer 1863 (76), 21
 355) Die geschilderten Verhältnisse lassen sich durch folgende Formeln veranschaulichen:



Bernsteinsäure

Bernsteinsäure



Malonsäure

- 356) Butlerow 1863 (35), 523, Anmerkung 1
- 357) Kolbe 1863 (172)
- 358) Kekulé 1863 (161)
- 359) Kolbe 1863 (172), 14
- 360) Erlenmeyer 1863 (76), 22
- 361) Kolbe 1871 (177), 22
- 362) Kolbe 1881 (179), 101
- 363) Butlerow 1863 (35), 504
- 364) V. Meyer und J. Sudborough 1894 (213), 1585-1586
- 365) v. Loon und V. Meyer 1896 (203)
- 366) Erlenmeyer 1864 (86), 7
- 367) Dalton 1808 (57)
- 368) Berzelius 1814 (16), 155
- 369) Berzelius 1814 (15), 51
- 370) Berzelius 1815, Ann. Phil. 5, 260. Vgl. Partington 1964 (220), 236
- 371) Berzelius 1833 (22), Bd. 13, S. 186
- 372) Berzelius 1827 (19), 108
- 373) Liebig 1834 (198), 3, Anmerkung
- 374) Berzelius 1837 (23), 120
- 375) Clark 1826 (47)
- 376) Gerhardt 1856 (132), 561. In der deutschen Übersetzung 1857 (132), 598: "Es ist ein so allgemein verbreitetes Vorurtheil, dass man durch chemische Formeln die atomistische Zusammensetzung der Körper ausdrücken kann, d.h. die wirkliche Anordnung ihrer Atome, dass es mich vielleicht Mühe kosten wird, einige meiner Leser vom Gegentheile zu überzeugen".
- 377) Kekulé 1861 (158), 157
- 378) Loschmidt 1861 (204)
- 379) Kopp 1861 (180), 335
- 380) Kekulé an Erlenmeyer vom 4.1.1862, siehe Anschütz 1929 (5), 305
- 381) Kekulé 1865 (163), 100, Anmerkung 2
- 382) Anschütz 1912 (4)

- 383) Anschütz 1912 (4), 540
- 384) Kekulé 1861 (158), 160, 162, 164 in der Anmerkung
- 385) Kekulé 1861 (158), 162
- 386) Kolbe 1881 (179), 67
- 387) Kekulé 1866 (165), Tafel II
- 388) Kekulé 1867 (166), 218
- 389) Couper 1858/1859 (51); in der deutschen Übersetzung erfolgte die Darstellung der Valenzen durch punktierte Linien a); in der ausführlichen französischen Abhandlung wurden durchgezogene Linien gezeichnet b); die englische Übersetzung verwendete punktierte Linien, die geschweiften Klammern fehlten c).
- 390) Butlerow 1859 (31), 56
- 391) Butlerow 1859 (31), 61
- 392) Butlerow 1861 (32), 560
- 393) Butlerow 1868 (40), 261
- 394) Kekulé 1861 (158), 522
- 395) Wurtz 1864 (256), 133-138
- 396) Couper 1858 (51), Ann. Chim. Phys.
- 397) Wurtz 1864 (256), 140
- 398) Wurtz 1864 (256), 141
- 399) Wurtz 1863 (254), 108
- 400) Wurtz 1879 (258), 195, Fußnote
- 401) Mason 1942/43 (208), 349-350
- 402) Anschütz 1909 (2), 243 war derselben Meinung: "Als Wurtz diese Zeilen schrieb hatte er offenbar die von ihm als zu phantastisch verurteilten Formeln in Coupers Abhandlung aus dem Gedächtnis verloren".
- 403) Richter 1938 (224), 51
- 404) Wurtz 1864 (256)
- 405) Wurtz 1864 (256), 147
- 406) Wurtz 1864 (256), 144
- 407) Wurtz 1864 (256), 140
- 408) Crum Brown 1861 (53)
- 409) Findlay 1965 (115), 38
- 410) Palmer 1965 (219), 39

- 411) Larder 1967 (187), 118, Anmerkung 48. Die betreffenden Briefe Crum Browns zur Unterstützung von Anschütz bei dessen Nachforschungen über Couper veröffentlichte Dobbin 1934 (62)
- 412) Crum Brown 1864 (54)
- 413) Kekulé 1865 (163), 100
- 414) Crum Brown 1865 (55), 429-430
- 415) Crum Brown 1861 (53)
- 416) Kekulé 1866 (165)
- 417) Anschütz 1929 (5), 291
- 418) Ladenburg 1914 (186), 89, Anmerkung 10
- 419) Frankland 1866 (122), Seite V
- 420) Hofmann 1865, Chemical News 12, 166-169, 175-179, 187-190. Vgl. Partington 1964 (220), 552
- 421) Frankland 1866 (122), 23
- 422) Frankland an Crum Brown vom 4.6.1866, zitiert nach Russell 1971 (228), 104
- 423) Wilbrand 1865 (241), 685
- 424) Weltzien 1860 (237)
- 425) Erlenmeyer 1860 (69), 541
- 426) Erlenmeyer 1861: Anmerkung zu Perkin sen. 1861 (221), 168
- 427) Butlerow 1861 (32), 559
- 428) Erlenmeyer 1867 (98), 1-2
- 429) Williamson 1869 (246), 358, 361-364
- 430) Fisher 1974 (116), 42
- 431) Butlerow 1861 (32), 554
- 432) Butlerow 1861 (32), 552-553
- 433) Kekulé 1861 (158), 268
- 434) Kekulé 1861 (160), 621
- 435) Kekulé 1861 (159)
- 436) Kekulé 1861 (160), 623-624
- 437) Erlenmeyer 1861 (70), 18
- 438) Erlenmeyer 1861 (71)
- 439) Erlenmeyer 1861 (71), 202-203
- 440) Butlerow 1861 (31), 552

- 441) Kekulé 1861 (158), 268
- 442) Erlenmeyer 1862 (74), 221
- 443) Erlenmeyer 1862 (75), 233
- 444) Erlenmeyer 1861 (71)
- 445) Erlenmeyer 1862 (74), 222
- 446) Erlenmeyer 1862 (74), 222, Anmerkung 2
- 447) Erlenmeyer 1862 (74), 221
- 448) Erlenmeyer 1863 (81), 613
- 449) Erlenmeyer 1864 (86), 8
- 450) Erlenmeyer 1862 (73), 31
- 451) Erlenmeyer 1867 (98), 65
- 452) Erlenmeyer 1867 (98), 65, Fußnote 1
- 453) Erlenmeyer 1862 (74), 221
- 454) Butlerow 1863 (35), 503
- 455) Butlerow 1864 (38), 513
- 456) Butlerow 1863 (34), 484
- 457) Butlerow 1863 (35), 509
- 458) Butlerow 1863 (35), 532
- 459) Kekulé 1863 (161), 12-13
- 460) Beilstein an Butlerow vom 14./2.12.1862, zitiert nach Bykow und Bekassowa 1966 (45), 268
- 461) Erlenmeyer 1864 (86), 29
- 462) Erlenmeyer 1864 (86), 28, Fußnote
- 463) Erlenmeyer 1861 (113), 660
- 464) Erlenmeyer 1864 (86), 28
- 465) Erlenmeyer 1864 (87), 57
- 466) Erlenmeyer 1864 (87), 59
- 467) Erlenmeyer 1864 (91), 649
- 468) Erlenmeyer 1864 (86)
- 469) Erlenmeyer 1864 (86), 21
- 470) Erlenmeyer 1864 (86), 28-29
- 471) Erlenmeyer 1864 (87), 59
- 472) Erlenmeyer 1866 (93), 216
- 473) Erlenmeyer 1861 (72), 362

- 474) Erlenmeyer 1866 (92)
- 475) Erlenmeyer 1866 (92), 327
- 476) Glaser 1866 (133), 697
- 477) Erlenmeyer 1866 (94)
- 478) Erlenmeyer 1866 (94), 209
- 479) Glaser 1866 (133), 697
- 480) Glaser 1866 (133)
- 481) Erlenmeyer 1866 (96)
- 482) Erlenmeyer 1866 (96), 476
- 483) Erlenmeyer 1866 (97), 748-749
- 484) Erlenmeyer 1867 (98), 215
- 485) Hecht 1885-89 (140), 141
- 486) Erlenmeyer an Kolbe vom 28.6.1871, XVIII
- 487) L. Meyer an Erlenmeyer vom 23.5.1876, XXXIV
- 488) Kolbe Kurzes Lehrbuch der Chemie. 2. Teil. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1883, Seite VIII
- 489) Kolbe Kurzes Lehrbuch der Chemie. 2. Teil. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1883, Seite VII
- 490) Beilstein an Butlerow vom 30./18.8.1865, zitiert nach Bykow und Bekassowa 1966 (45), 276
- 491) Wassermann an Erlenmeyer vom 8.6.1876, XXXV
- 492) L. Meyer an Kolbe vom 30.1.1881
- 493) Darstellungen zum Wandel chemischer Formelschreibweisen im Laufe der Jahrhunderte geben:
 - Walden 1927 (235)
 - Caven und Cranston 1928 (46)
 - Cordier 1928 (49)
 - Mason 1943 (208)
 - Benfey 1964 (11)
 - Rasch 1966 (223)
 - Rouvray 1977 (226)
 - Crosland 1978 (52)
 Erlenmeyers Beteiligung an der Entwicklung findet dabei keine Erwähnung. Eine Übersicht der Entwicklung chemischer Formelbilder am Beispiel Essigsäure findet sich bei:
 - Walden 1927 (235), 101
 - Rasch 1966 (223), 309
- 494) Erlenmeyer 1862 (73), 28

- 495) Kekulé an Erlenmeyer vom 4.1.1862, zitiert nach
Anschütz 1929 (5), 305
- 496) Loschmidt 1861 (204)
- 497) Loschmidt 1861 (204), zitiert nach Anschütz 1912 (4), 545
- 498) Butlerow 1862 (33), 301
- 499) Erlenmeyer an Butlerow vom 4.5.1862, zitiert nach
Bykow und Bekassowa 1966 (44), 189
- 500) Butlerow 1864 (38), 518, Fußnote 1
- 501) Butlerow 1865 (39), 634
- 502) Hofmann 1866 (147), 428
- 503) Kekulé 1863 (161), 12, Fußnote 1
- 504) Kekulé 1866 (165), 133
- 505) Wurtz 1862 (253), 82. Vergleiche auch hier: 6b): "Vorstellungen über die Natur der Affinitätseinheiten" und 7): "Entwicklung der Strukturformel".
- 506) Buff 1866 (27), 374
- 507) L. Meyer 1866 (211), 285
- 508) Ladenburg 1866 (184), 732
- 509) Erlenmeyer 1862 (73), 28
- 510) Tollens 1866 (234)
- 511) Erlenmeyer 1866 (92), 351
- 512) Erlenmeyer 1862 (73), 29
- 513) Erlenmeyer 1864 (90), 632
- 514) Erlenmeyer 1866 (93), 224-225, Fußnote
- 515) Erlenmeyer 1866 (93), 224
- 516) Glaser 1866 (133), 697
- 517) Glaser 1868 (134), 139
- 518) Glaser 1868 (135), 341
- 519) Kolbe 1869 (175), 29
- 520) Butlerow 1870 (41), 523
- 521) Lossen 1880 (206)
- 522) R. Meyer an Erlenmeyer vom 28.11.1880, XXXIX
- 523) Lossen 1880 (206), 295
- 524) Lossen 1880 (206), 289

- 525) Lossen 1880 (206), 285
- 526) Anmerkung 1 Erlenmeyers zu Griess 1861 (138), 176
- 527) Erlenmeyer 1863 (84), 678
- 528) Kekulé 1865 (163)
- 529) Kekulé 1866 (165)
- 530) Erlenmeyer 1866 (92), 342-343
- 531) Erlenmeyer 1866 (92), 344
- 532) Erlenmeyer 1866 (92), 348
- 533) Berthelot 1866 (12)
- 534) Erlenmeyer 1866 (92), 345
- 535) Erlenmeyer 1866 (92), 346
- 536) Graebe 1868 (137), 114
- 537) Graebe 1868 (137), 117
- 538) Widnmann 1875 (239)(240)
- 539) Fittica 1875 (117)
- 540) Erlenmeyer 1861 (71), 203
- 541) Erlenmeyer 1864 (86), 18
- 542) Erlenmeyer 1866 (93), 220
- 543) Erlenmeyer 1866 (93), 219
- 544) Erlenmeyer 1866 (95), 472
- 545) Ladenburg 1866 (184), 732
- 546) Erlenmeyer 1866 (96), 476
- 547) Wassermann 1875 (236), 382-383
- 548) Erlenmeyer 1867 (99), 117
- 549) Erlenmeyer 1867 (100), 594
- 550) Simpson 1867 (232), 673; Original: Comptes rendus 65, 351
- 551) Erlenmeyer an Liebig vom 10.4.1868, X
- 552) Erlenmeyer 1868 (101), 259
- 553) Erlenmeyer 1869 (102), 176
- 554) Wislicenus 1869 (247), 550
- 555) Erlenmeyer 1878 (105), 265
- 556) Erlenmeyer 1879 (106), 1607
- 557) Erlenmeyer 1880 (108)(107), 304-305

- 558) Erlenmeyer 1881 (110), 1318-1319
- 559) Fittig und Bredt 1880 (118), 62
- 560) Erlenmeyer 1880 (107), 305
- 561) Erlenmeyer 1880 (108), 309
- 562) Erlenmeyer 1881 (109), 320
- 563) Erlenmeyer und Lipp 1883 (112)
- 564) Krätz 1972 (183), 11
- 565) Bugge 1930/1955 (28), 377, Fußnote 4
- 566) Dawydoff 1957 (59), 47
- 567) Erlenmeyer an Butlerow vom 9.7.1864, zitiert nach Bykow und Bekassowa 1966 (44), 192
- 568) Butlerow an Erlenmeyer vom 23.7./4.8.1864, zitiert nach Bykow und Bekassowa 1966 (44), 193
- 569) Markownikow 1865 (207)
- 570) L. Meyer 1868 (212)
- 571) Butlerow 1868 (40)
- 572) Eine ausführliche Schilderung der Polemik findet sich bei Dawydoff 1957 (59), 47 und folgende Leicester 1966 (195) Rocke 1975 (225), 426-441
- 573) Butlerow 1861 (32)
- 574) siehe Kazansky und Bykow 1961 (154), 136. Russell 1962 (227), 198 hielt das betonte Nationalbewußtsein der deutschen Chemiker in den Jahren vor dem Krieg von 1870 für einen maßgeblichen Faktor dafür, daß Butlerows Gedanken nicht die volle Anerkennung fanden, daß Franklands Arbeit von Kekulé zu gering geschätzt wurde und daß Crum Browns Ideen auf dem Kontinent so langsam Fuß faßten.
- 575) Butlerow 1868 (40), 263
- 576) Hiebert 1959 (143), Brown 1959 (26), Gould (Hrsg.) 1966 (136)
- 577) Benfey 1959 (9), Benfey 1961 (10), Brown 1959 (26)
- 578) Leicester 1959 (194), 328
- 579) Larder 1971 (188), 47
- 580) Weyer 1979 (238), 99
- 581) Rocke 1975 (225), 519
- 582) In den späten 40er und den frühen 50er Jahren dieses Jahrhunderts, als die sowjetischen Historiker auf den verschieden-

sten Gebieten der Wissenschaft und Technik Prioritäten geltend machten, erschien eine Reihe von Veröffentlichungen, die Butlerow als den alleinigen Begründer der Strukturtheorie hervorhob.

Eine Auseinandersetzung mit diesen Abhandlungen findet sich mit entsprechenden Literaturangaben bei Hunsberger 1954 (248).

- 583) Bykow 1962 (42), 223
Bykow 1970 (43), 623
- 584) Larder 1971 (188), 34
- 585) Larder und Kluge 1871 (189)
- 586) Beilstein an Butlerow vom 24.11.1866, zitiert nach
Bykow und Bekassowa 1966 (45), 281
- 587) Butlerow 1861 (32), 559-560
- 588) Henrich 1924 (141), 16
- 589) Couper 1858 (51)
- 590) Crum Brown 1864 (54)
- 591) Baker 1966 (8), 87
- 592) Rocke 1975 (225), 397-398
- 593) Senior 1938 (231), 465
- 594) Findley 1965 (115), 38
- 595) Larder 1867 (187), 118
- 596) Russell 1971 (228), 102
- 597) Kekulé 1865 (163), 100
- 598) Erlenmeyer 1864 (91), 649
- 599) Crum Brown 1864 (54)
- 600) Costa 1971 (50), 400
- 601) Rocke 1975 (225), 397-398
- 602) Le Bel 1874 (193)
- 603) Van't Hoff 1874 (144)
- 604) Ihde 1964 (152), 473

Abkürzungen häufig zitierter Zeitschriften.

Ann.Chem.	- Annalen der Pharmacie, 1832-1839; Annalen der Chemie und Pharmacie, 1840-1873; Justus Liebig's Annalen der Chemie, seit 1873.
Ann.Chim.Phys.	Annales de Chimie, 1799-1816; Annales de Chimie et de Physique, 1816-1914; getrennt in Annales de Chimie und Annales de Physique seit 1914.
Ann.Phil.	Annals of Philosophy.
Ann.Phys.	Annalen der Physik von L. W. Gilbert.
Ber.Dtsch.Chem.Ges.	Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft.
Compt.Rend.	Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences.
J.Chem.Soc.	Journal of the Chemical Society. (London)
J.Chem.Ed.	Journal of Chemical Education.
J.Prakt.Chem.	Journal für Praktische Chemie.
Phil.Mag.	Philosophical Magazine.
Proc.Roy.Soc.Edinburgh	Proceedings of the Royal Society of Edinburgh.
Z.Angew.Chem.	Zeitschrift für Angewandte Chemie und Zentralblatt für Technische Chemie.
Z.Chem.	Zeitschrift für Chemie.

Schrifttumsverzeichnis

- (1) Ampère, A.M.:
Lettre à Berthollet, sur la détermination des proportions dans lesquelles les corps se combinent, d'après le nombre et la disposition respective des molécules dont les parties intégrantes sont composées.
Ann.Chim.Phys. 90 (1814), 45-86.
siehe auch Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften 8, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1889, 23-45.
- (2) Anschütz, R.:
Archibald Scott Couper.
Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik 1 (1909), 219-261.
- (3) Anschütz, R.:
Life and chemical work of Archibald Scott Couper.
Proc.Roy.Soc.Edinburgh 29, IV (1909), 193-273.
- (4) Anschütz, R.:
Über Loschmidts graphische Formeln, ein Beitrag zur Geschichte der Benzol Theorie.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 45 (1912), 539-553.
- (5) Anschütz, R.:
August Kekulé. Bd. 1. Leben und Wirken.
Verlag Chemie, Berlin 1929.
- (6) Avogadro, A.:
Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons.
Journal de Physique 73 (1811), 58-76.
siehe auch Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften 8, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1889, 3-22.
- (7) Baeyer, A.v.:
Anmerkungen zu Bunsen, R.: Untersuchungen über die Kakodylreihe.
In: Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften 27, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1891, 138-148.
- (8) Baker, A.A. jr.:
The development of the understanding of unsaturation: 1858-1870
aus: Kekulé Centennial. Advances in Chemistry series 61.
Hrsg.: Gould, R.F. American Chemical Society, Washington D.C., 1966, 81-90.
- (9) Benfey, O.T.:
Kekulé-Couper Centennial. Symposium, Introduction.

J.Chem.Ed. 36 (1959), 319-320.

- (10) Benfey, O.T.:
Archibald Scott Couper.
In: Great chemists. Hrsg.: E.Farber. Interscience,
New York 1961, 703-715.
- (11) Benfey, O.T.:
From vital force to structural formulas.
Houghton Mifflin Company, Boston 1964.
- (12) Berthelot, M.:
Les Polymeres de l'acétylène.- Synthèse de la benzine.
Compt.Rend. 63 (1866), 479-484; 515-518.
Ann.Chim.Phys. 12 (1867), 52-63.
- (13) Berzelius, J.J.:
Versuch einer chemischen Nomenklatur.
Journal de Physique 73 (1811), 257.
- (14) Berzelius, J.J.:
Versuch einer lateinischen Nomenclatur für die Chemie,
nach electrisch-chemischen Ansichten.
Im Auszug frei bearbeitet und mit Vorschlägen für
deutsche Nomenklatur von Gilbert.
Ann.Phys. 42 (1812), 37-89.
- (15) Berzelius, J.J.:
Essay on the cause of chemical proportions and on some
circumstances relating to them: together with a short
and easy method of expressing them.
III. On the chemical signs, and the method of employing
them to express chemical proportions.
Ann.Phil. 3 (1814).
- (16) Berzelius, J.J.:
Neue Untersuchungen über die Natur des Stickstoffs, des
Wasserstoffs, und des Ammoniaks; und einige Bemerkungen
über die wahre Zusammensetzung der salpetrigen Säure
und der Salpetersäure.
Ann.Phys. 46 (1814), 131-175.
- (17) Berzelius, J.J.:
Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen
und über die chemischen Wirkungen der Electricität.
Arnoldische Buchhandlung, Dresden 1820.
(schwedisches Original 1818).
- (18) Berzelius J.J.:
Lehrbuch der Chemie. Bd. 1.
Arnoldische Buchhandlung, Dresden 1823.
(deutsche Übersetzung von K.A.Blöde und K.Palmstedt).

- (19) Berzelius, J.J.:
Lehrbuch der Chemie. Bd. 3.
Arnoldische Buchhandlung, Dresden 1827.
(deutsche Übersetzung von Wöhler).
- (20) Berzelius, J.J.:
Traité de Chimie. Bd. 5, 1831.
- (21) Berzelius, J.J.:
Schreiben an Wöhler und Liebig über Benzoyl und Benzoesäure.
Ann.Chem. 3 (1832), 282-287.
Ann.Phys. 26 (1832), 480-485.
- (22) Berzelius, J.J.:
Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und Mineralogie. 1831/1833.
- (23) Berzelius, J.J.:
Berzelius und Liebig, ihre Briefe von 1831-1845.
Hrsg.: J.Carrière. München, Leipzig 1892.
Brief von 1837.
- (24) Berzelius, J.J.:
Ueber einige Fragen des Tages in der organischen Chemie.
Ann.Chem. 31 (1839), 1-35.
- (25) Berzelius, J.J.:
Ueber die Substitutionstheorie.
(Aus einem Brief von Berzelius an Prof. Wöhler)
Ann.Chem. 31 (1839), 113-120.
- (26) Brown, H.C.:
Foundations of the structural theory.
J.Chem.Ed. 36 (1959), 104-110.
- (27) Buff, H.L.:
Ueber eine Beziehung des Gesetzes der multiplen Proportionen zu dem specifischen Volumen.
Z.Chem. 9, N.F. 2 (1866), 374-376.
- (28) Bugge, G.:
Das Buch der großen Chemiker. Bd. 2.
Verlag Chemie, Berlin 1930. Unveränderter Nachdruck:
Verlag Chemie, Weinheim/Bergstr. 1955.
- (29) Bunsen, G.R.:
Arsenik, als Bestandtheil organischer Verbindungen.
Ann.Chem. 24 (1837), 271-186.
- (30) Bunsen, G.R.:
Ueber eine Reihe organischer Verbindungen, welche Arsenik als Bestandtheil enthalten.
Ann.Phys. 40 (1837), 219-233. fortgesetzt:
Ann.Phys. 42 (1837), 145-158.

- (31) Butlerow, A.M.:
Bemerkungen über A.S. Couper's neue chemische Theorie.
Ann.Chem. 110 (1859), 51-67.
- (32) Butlerow, A.M.:
Einiges über die chemische Structur der Körper.
(Vorgetragen in der chemischen Section der 36. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Speyer am 19. September).
Z.Chem. 4 (1861), 549-560.
- (33) Butlerow, A.M.:
Ueber die Verwandtschaft der mehraffinen Atome.
Z.Chem. 5 (1862), 297-304.
- (34) Butlerow, A.M.:
Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der Universität Kasan.
1. Studien über die einfachsten Verbindungen der organischen Chemie.
Z.Chem. 6 (1863), 484-497.
- (35) Butlerow, A.M.:
Ueber die verschiedenen Erklärungsweisen einiger Fälle von Isomerie.
Z.Chem. 6 (1863), 500-534.
- (36) Butlerow, A.M.:
Bemerkungen zu den vorstehenden Abhandlungen.
(Mittheilungen aus dem Universitäts-Laboratorium zu Kasan. 1. Morkownikoff, W.:
Ueber Allylalkoholbromid und die Isomerie einiger Substanzen der Propylreihe. Z.Chem. 7 (1864), 68-77.
2. Fatianoff, M.:
Ueber Kohlensäureäthylphenyläther. Z.Chem. 7 (1864), 77-79)
Z.Chem. 7 (1864), 79-82.
- (37) Butlerow, A.M.:
Ueber den tertiären Pseudobutylalkohol (den trimethylirten Methylalkohol).
Z.Chem. 7 (1864), 385-402.
- (38) Butlerow, A.M.:
Ueber die systematische Anwendung des Prinzips der Atomigkeit zur Prognose von Isomerie- und Metameriefällen.
Z.Chem. 7 (1864), 513-532.
- (39) Butlerow, A.M.:
Zur Frage über die Isomerie der Acrylsäure.
Z.Chem. 8 (1865), 633-636.
- (40) Butlerow, A.M.:
Eine Antwort. Ann.Chem. 146 (1868), 260-263.

- (41) Butlerow, A.M.:
Ueber die Konstitution einiger ungesättigter Kohlenwasserstoffe.
Z.Chem. 13, N.F. 6 (1870), 523-527.
- (42) Bykow, G.W.:
The origin of the theory of chemical structure.
J.Chem.Ed. 39 (1962), 220-224.
- (43) Bykow, G.W.:
Butlerov, Aleksandr Mikhailovich.
Dictionary of scientific Biography II,
Charles Scribner's Sons, New York 1970.
- (44) Bykow, G.W. und L.M. Bekassowa:
Beiträge zur Geschichte der Chemie der 60er Jahre des 19. Jahrhunderts.
I. Briefwechsel zwischen E.Erlenmeyer und A.M. Butlerow.
(von 1862-1876) 9 Briefe.
Physis 8 (1966), 185-198.
- (45) Bykow, G.W. und L.M. Bekassowa:
Beiträge zur Geschichte der Chemie des 19. Jahrhunderts.
II. F.Beilsteins Briefe an A.M. Butlerow. 10 Briefe.
Physis 8 (1966), 267-285.
- (46) Caven, R.M. und J.A. Cranston:
Symbols and formulae in chemistry.
Blackie, London 1928.
- (47) Clark, Th.:
Tables illustrative of Mr. Clark's chemical lectures,
delivered to the Glasgow Mechanics' Institution Sessions
1826-1827, 1827-1828.
- (48) Conrad, M.:
Emil Erlenmeyer.
Geschichtliche Zeitschriftenaufsätze, Katalog in:
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 3 (1910), 3645-3664.
- (49) Cordier, V.:
Die chemische Zeichensprache Einst und Jetzt.
Leykam Verlag, Graz 1928.
- (50) Costa, A.B.:
Erlenmeyer, Richard August Carl Emil.
In: Dictionary of Scientific Biography IV.
Hrsg.: Ch.C. Gillispie. Charles Scribner's Sons,
New York 1971, 399-400.
- (51) Couper, A.S.:
Sur une nouvelle théorie chimique.
Compt.Rend. 46 (1858), 1157-1160.
Ausführliche Abhandlung mit gleichem Titel:

Ann.Chim.Phys. 53 (1858), 469-489.
 englische Übersetzung: Phil.Mag. 16 (1858), 104-116.
 siehe auch Alembic Club Reprints 21, E & S Livingstone,
 Edinburgh 1953.
 deutsche Übersetzung: Ann.Chem. 110 (1859), 46-51.
 siehe auch Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissen-
 schaften 183, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1911.

- (52) Crosland, M.P.:
 Historical Studies in the Language of Chemistry.
 Dover Publications, New York 1978.
- (53) Crum Brown, A.:
 On the theory of chemical combination.
 Dissertation, Edinburgh 1861, veröffentlicht: Edinburgh
 1879.
- (54) Crum Brown, A.:
 On the theory of isomeric compounds.
 Transactions of the Royal Society Edinburgh 23, III
 (1864), 230-245.
- (55) Crum Brown, A.:
 On the use of graphic representations of chemical
 formula.
 Proc.Roy.Soc.Edinburgh 5 (1865), 428-431.
- (56) Dalton, J.:
 Abhandlung über die Absorption von Gasen durch Wasser
 und andere Flüssigkeiten.
 1803 gelesen vor der Literary and Philosophical Society
 of Manchester. 1805 veröffentlicht in deren Memoirs.
 Vgl. Kopp 1873 (132), 292: "Tabelle der relativen Ge-
 wichte der kleinsten Theilchen gasförmiger und anderer
 Körper."
- (57) Dalton, J.:
 A new system of chemical philosophy.
 Bd. 1 Manchester 1808. Bd. 2 Manchester 1810.
 deutsche Übersetzung: Ein neues System des chemischen
 Theiles der Naturwissenschaft. J.E. Hitzig, Berlin 1812.
 siehe auch Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissen-
 schaften 3 (1902), 14-20 und Tafel.
- (58) Davy, H.:
 Elemente des chemischen Theiles der Naturwissenschaft I.
 (Übersetzt aus dem Englischen von Friedrich Wolff.)
 Vossische Buchhandlung, Berlin 1814.
- (59) Dawydoff, W.N.:
 Über die Entstehung der chemischen Strukturlehre unter
 besonderer Berücksichtigung der Arbeiten von
 A.M. Butlerow. VEB Verlag Technik, Berlin 1957.

- (60) Deville, H.St.-C.:
Ueber die Dissociation der Kohlensäure und über
Dampfdichten. Z.Chem. 6 (1863), 641-643.
- (61) Deville, H.St.-C. und L.Troost:
Ueber die Dichtigkeit der Dämpfe bei sehr hohen
Temperaturen. Z.Chem. 6 (1863), 644-649.
- (62) Dobbin, L.:
The Couper Quest. J.Chem.Ed. 11 (1934), 331-338.
- (63) Dumas, J.:
Recherches de Chimie organique.
Ann.Chim.Phys. 56 (1834), 113-154.
- (64) Dumas, J.:
Ueber die Chloressigsäure, die Constitution einiger
organischer Körper und über die Substitutionstheorie.
Ann. Chem. 32 (1839), 101-119.
- (65) Dumas, J.:
Ueber die Constitution der Essigsäure und Chloressig-
säure. Ann.Chem. 33 (1840), 179-182.
- (66) Dumas, J. und P.Boullay:
Sur les éthers composés.
Ann.Chim.Phys. 37 (1828), 15-53.
- (67) Eder, W.:
Modellvorstellungen der Molekularchemie des 19. Jahr-
hunderts.
Dissertation. Fakultät für allgemeine Wissenschaften
der Technischen Hochschule München, München 1966.
- (68) Erlenmeyer, E.:
Zur chemischen und pharmazeutischen Technik.
Z.Chem. 3 (1860), 21-22.
- (69) Erlenmeyer, E.:
Kritik über das Buch "Systematische Zusammenstellung der
organischen Verbindungen". von C.Weltzien.
Z.Chem. 3 (1860), 539-544.
- (70) Erlenmeyer, E.:
Ueber "Beiträge zur Kenntniss der Constitution der
Zuckersäure und der Weinsäure". von W.Heintz.
Z.Chem. 4 (1861), 15-19.
- (71) Erlenmeyer, E.:
Vorläufige Notiz über eine etwas abgeänderte Betrach-
tungsweise der Alkohole und ihrer Derivate.
Z.Chem. 4 (1861), 202-204.
- (72) Erlenmeyer, E.:
Vorläufige Notiz über die Einwirkung von Jodwasserstoff

auf Glycerin. Z.Chem. 4 (1861), 362-363.

- (73) Erlenmeyer, E.:
Bemerkung zu O.L. Erdmann "Ueber das Studium der Chemie"
1861, Teil IX Die Theorie.
Z.Chem. 5 (1862), 18-32.
- (74) Erlenmeyer, E.:
Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung.
(Heintz, W.: Ueber die Constitution der Oxacetsäuren.
Z.Chem. 5 (1862), 209-218)
Z.Chem. 5 (1862), 218-223.
- (75) Erlenmeyer, E.:
Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung.
(Heintz, W.: Ueber dem Ammoniaktypus angehörige organische Säuren. Z.Chem. 5 (1862), 228-232)
Z.Chem. 5 (1862), 232-234.
- (76) Erlenmeyer, E.:
Bemerkungen zu den beiden vorstehenden Abhandlungen.
(Kekulé, A.: Betrachtungen über einige Fälle von Isomerie. Z.Chem. 6 (1863), 9-13;
Kolbe, H.: Ueber die Isomerie der Fumarsäure und Maleinsäure, sowie Itaconsäure, Citraconsäure und Mesaconsäure. Z.Chem. 6 (1863), 13-21)
Z.Chem. 6 (1863), 21-22.
- (77) Erlenmeyer, E.:
Betrachtungen über Aequivalent, Atom, Molekül und Volum.
Z.Chem. 6 (1863), 65-75.
- (78) Erlenmeyer, E.:
Betrachtungen über Aequivalent, Atom, Molekül und Volum.
Fortsetzung. Z.Chem. 6 (1863), 97-104.
- (79) Erlenmeyer, E.:
Ueber Propylverbindungen. Z.Chem. 6 (1863), 388-393.
- (80) Erlenmeyer, E.:
Bemerkungen zu Seite 420 der vorstehenden Abhandlung.
(Wurtz, A.: Wirkung von Chlorzink auf Amylalkohol.
Z.Chem. 6 (1863), 417-421)
Z.Chem. 6 (1863), 422-423.
- (81) Erlenmeyer, E.:
Betrachtungen über Molekül und Volum.
Z.Chem. 6 (1863), 609-620.
- (82) Erlenmeyer, E.:
Betrachtung zu dem vorstehenden Vortrag.
(Carius, L.: Ueber die Ursache der Homologie. Z.Chem. 6 (1863), 625-627)
Z.Chem. 6 (1863), 627-630.

- (83) Erlenmeyer, E.:
 Ueber die sogenannten abnormen Dampfdichten. Bemerkungen zu den beiden vorstehenden Abhandlungen.
 (Deville, H.St.-C.: Ueber die Dissociation der Kohlensäure und über Dampfdichten. Z.Chem. 6 (1863), 641-643; Deville, H.St.-C. u. L.Troost: Ueber die Dichtigkeit der Dämpfe bei sehr hohen Temperaturen. Z.Chem. 6 (1863), 644-649)
 Z.Chem. 6 (1863), 650-657.
- (84) Erlenmeyer, E.:
 Hypothesen über die Constitution der Azoverbindungen.
 Z.Chem. 6 (1863), 678-681.
- (85) Erlenmeyer, E.:
 Vorläufige Notiz über das Verhältniß der Kolbe'schen Betrachtungsweise zu der sog. Typentheorie.
 Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung.
 (Debus, H.: Ueber die Darstellung des Methylamins aus Blausäure und Wasserstoff. Z.Chem. 6 (1863), 705-727)
 Z.Chem. 6 (1863), 728-735.
- (86) Erlenmeyer, E.:
 Hypothesen über chemische Isomerie und chemische Constitution. Z.Chem. 7 (1864), 1-30.
- (87) Erlenmeyer, E.:
 Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung.
 (Heintz, W.: Ueber Diglycolimid, Diglycolaminsäure und die Producte der Zersetzung der Diglycolsäure durch trockene Destillation. Z.Chem. 7 (1864), 48-56)
 Z.Chem. 7 (1864), 56-60.
- (88) Erlenmeyer, E.:
 Bemerkungen zur vorstehenden Mittheilung.
 (Berthelot, M.: Ueber die Oxydation der Alkohole. Z.Chem. 7 (1864), 87-89)
 Z.Chem. 7 (1864), 89-91.
- (89) Erlenmeyer, E.:
 Ueber das Molekulargewicht des Quecksilberchlorürs.
 Z.Chem. 7 (1864), 506-510.
- (90) Erlenmeyer, E.:
 Ueber die Sättigungscapacität (Atomigkeit) der Elemente.
 (Vorläufige Notiz) Z.Chem. 7 (1864), 628-635.
- (91) Erlenmeyer, E.:
 Studien über das Glycerin in seiner Eigenschaft als mehratomiger Alkohol. Z.Chem. 7 (1864), 642-651.
- (92) Erlenmeyer, E.:
 Studien über die sogenannten aromatischen Säuren.
 Ann.Chem. 137 (1866), 327-359.

- (93) Erlenmeyer, E.:
Studien über den Process der Einwirkung von Jodwasserstoff auf Glycerin. Ann.Chem. 139 (1866), 211-234.
- (94) Erlenmeyer, E.:
Studien über die sogenannten aromatischen Säuren.
Z.Chem. 9, N.F. 2 (1866), 206-209.
- (95) Erlenmeyer, E.:
Ueber die Constitution des Anisöls (Anethols).
Z.Chem. 9, N.F. 2 (1866), 472-474.
- (96) Erlenmeyer, E.:
Ueber die Constitution des Nelkenöls (Eugenols).
Z.Chem. 9, N.F. 2 (1866), 475-476.
- (97) Erlenmeyer, E.:
Zur Geschichte einiger Derivate der Zimmtsäure.
Z.Chem. 9, N.F. 2 (1866), 747-749.
- (98) Erlenmeyer, E.:
Lehrbuch der organischen Chemie. Bd 1.
C.F. Winter, Leipzig u. Heidelberg 1867, (1. Lfg.);
1868 (2. Lfg.)
Gesamtausgabe: E.Erlenmeyer's Lehrbuch der organischen Chemie. Bd. 1. bearbeitet von E.Erlenmeyer u. O.Hecht.
C.F. Winter, Leipzig 1883.
- (99) Erlenmeyer, E.:
Ueber die relative Constitution des Gärungsbutyl- und Amylalkohols und des Amylenhydrats.
Z.Chem. 10, N.F. 3 (1867), 117-118.
- (100) Erlenmeyer, E.:
Ueber die Dicarbonsäure aus dem Aethylidenchlorür.
Z.Chem. 10, N.F. 3 (1867), 593-594.
- (101) Erlenmeyer, E.:
Ueber die relative Constitution der Fleischbasen und die einfachste Synthese des Guanidins.
Ann.Chem. 146 (1868), 258-260.
- (102) Erlenmeyer, E.:
Ueber den Schmelzpunkt und die relative Constitution des Succinimids.
Z.Chem. 12, N.F. 5 (1869), 174-176.
- (103) Erlenmeyer, E.:
Die Aufgabe des chemischen Unterrichts gegenüber den Anforderungen der Wissenschaft und Technik.
Verlag der königl. Akademie, München 1871.
- (104) Erlenmeyer, E.:
Über den Einfluß des Freiherrn Justus v. Liebig auf die Entwicklung der reinen Chemie. Eine Denkschrift.

Verlag der K.B. Akademie, München 1874.

- (105) Erlenmeyer, E.:
Zur Geschichte der Aethylenmilchsäure.
Ann.Chem. 191 (1878), 261-285.
- (106) Erlenmeyer, E.:
Ueber die Constitution der Phenylhalogenpropionsäuren.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 12 (1879), 1607-1610.
- (107) Erlenmeyer, E.:
Ueber Phenylmilchsäuren.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 13 (1880), 303-305.
- (108) Erlenmeyer, E.:
Ueber Phenylbrommilchsäure.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 13 (1880), 305-310.
- (109) Erlenmeyer, E.:
Verhalten der Glycerinsäure und der Weinsäure gegen
wasserentziehende Substanzen.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 14 (1881), 320-323.
- (110) Erlenmeyer, E.:
Ueber halogenirte und hydroxyilirte organische Säuren.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 14 (1881), 1318-1321.
- (111) Erlenmeyer, E.:
Zur Isomerie in der Zimmtsäurereihe.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 19 (1886), 1936-1938.
- (112) Erlenmeyer, E. und A.Lipp:
Synthese des Tyrosins. Ann.Chem. 219 (1883), 161-178.
- (113) Erlenmeyer, E. und K.Lisenko:
Ueber die Einwirkung von Schwefelsäure auf Mercaptan.
Z.Chem. 4 (1861), 660-662.
- (114) Erlenmeyer, E. und J.A. Wanklyn:
Beiträge zum Studium der Zuckerarten und zuckerähnli-
chen Substanzen.
Z.Chem. 4 (1861), 606-607.
- (115) Findlay, A.:
A hundred years of chemistry.
3. Auflage, Gerald Duckworth, London 1965.
- (116) Fisher, N.W.:
Organic classification before Kekulé.
1. Teil: Ambix 20 (1973), 106-131.
2. Teil: Ambix 20 (1973), 209-233.
3. Teil: Kekulé and organic classification.
Ambix 21 (1974), 29-52.
beruhend auf: PhD Dissertation: The taxonomic background
to the structural theory of organic chemistry.
University of Wisconsin 1970.

- (117) Fittica, F.:
 Ueber Azobenzoesäuren, eine vierte Mononitro- und eine fünfte Dinitrobenzoesäure.
 Ber.Dtsch.Chem.Ges. 8 (1875), 252-253.
- (118) Fittig, R. und J.Bredt:
 Untersuchungen über die ungesättigten Säuren von R.Fittig.
 1. Ueber die einbasischen Säuren mit sechs Kohlenstoffatomen. C. Brenztraubensäure.
 Ann.Chem. 200 (1880), 58-65.
- (119) Foster, G.C.:
 Anmerkung 1 in: Gries, P.:
 Combinaisons nouvelles produites par la substitution de l'azote à l'hydrogène.
 Répertoire de Chimie pure 3 (1861), 271-273.
- (120) Frankland, E.:
 Untersuchungen über die organischen Radicale.
 Ann.Chem. 77 (1851), 221-256.
- (121) Frankland, E.:
 On a new series of organic bodies containing metals.
 Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 142 (1852), 417-444.
- (122) Frankland, E.:
 Lecture notes for chemical students: embracing mineral and organic chemistry.
 John van Voorst, London 1866.
- (123) Gaudin, M.A.:
 Recherches sur la structure intime des corps inorganiques définis, et considérations générales sur le rôle que jouent leurs dernières particules dans les principaux phénomènes de la nature, tels que la conductibilité de l'électricité et de la chaleur, le magnétisme, la réfraction (simple ou double) et la polarisation de la lumière.
 Ann.Chim.Phys. 52 (1833), 113-133.
- (124) Gay-Lussac, J.L.:
 Note sur l'acide prussique.
 Ann.Chim.Phys. 77 (1811), 128-133.
- (125) Gay-Lussac, J.L.:
 Sur l'iode. Ann.Chim.Phys. 91 (1814), 5-160.
- (126) Gay-Lussac, J.L.:
 Cours de Chimie. Paris 1828.
- (127) Gerhardt, Ch.:
 Sur la constitution des sels organiques à acides

complexes, et leurs rapports avec les sels ammoniacaux.
Ann.Chim.Phys. 72 (1839), 184-214.

- (128) Gerhardt, Ch.:
Untersuchungen über die chemische Classification der organischen Substanzen.
J.Prakt.Chem. 27 (1842), 439-464. fortgesetzt:
J.Prakt.Chem. 30 (1843), 1-10.
- (129) Gerhardt, Ch.:
Ueber den Siedepunct der Kohlenwasserstoffe.
J.Prakt.Chem. 35 (1845), 300-305.
Sur le point d'ébullition des hydrogènes carbonés.
Ann.Chim.Phys. 14 (1845), 107-114.
- (130) Gerhardt, Ch.:
Introduction à l'étude de la chimie par le système unitaire. Paris 1848.
- (131) Gerhardt, Ch.:
Untersuchungen über die wasserfreien organischen Säuren.
Ann.Chem. 87 (1853), 57-84 u. 149-179.
- (132) Gerhardt, Ch.:
Traité de chimie organique. Bd. 4.
Firmin Didot Frères, Fils et Cie, Paris 1856.
deutsche Übersetzung:
Lehrbuch der Organischen Chemie von Ch. Gerhardt. Bd.4.
Deutsche Originalausgabe vom Verfasser selbst besorgt,
unter Mitwirkung von Prof. Dr. Rudolf Wagner.
Otto Wiegand, Leipzig 1857.
- (133) Glaser, C.:
Untersuchungen über einige Derivate der Zimtsäure.
Z.Chem. 9, N.F. 2 (1866), 696-700.
- (134) Glaser, C.:
Untersuchungen über einige Derivate der Zimtsäure.
Z.Chem. 11, N.F. 4 (1868), 131-140.
- (135) Glaser, C.:
Z.Chem. 11, N.F. 4 (1868), 338-342.
- (136) Gould, R.F. (Hrsg.):
Kekulé Centennial. Advances in Chemistry. Series 61.
American Chemical Society, Washington D.C. 1966.
- (137) Graebe, C.:
Ueber die Constitution des Naphthalins und der Naphthochinone.
Z.Chem. 11, N.F. 4 (1868), 114-118.
- (138) Griess, P.:
Ueber eine neue Klasse organischer Verbindungen, in welchen Wasserstoff durch Stickstoff vertreten ist.
Z.Chem. 4 (1861), 172-179.

- (139) Hartmann, E.v.:
Die Realschulfrage. II. Mathematik und Naturwissenschaften.
Die Gegenwart 1 (1872), 306-309.
- (140) Hecht, O. (unter Mitwirkung von F.Carl und A.Lipp):
E.Erlenmeyer's Lehrbuch der organischen Chemie. Bd. 2.
C.F. Winter, Leipzig 1885-1889.
- (141) Henrich, F.:
Theorien der organischen Chemie.
5. Aufl. Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1924.
- (142) Hermann, K.:
Stereochemie vor van't Hoff und Le Bel.
Chemie in unserer Zeit 8 (1974), 129-134.
- (143) Hiebert, E.N.:
The experimental basis of Kekulé's valence theory.
J.Chem.Ed. 36 (1959), 320-327.
- (144) Hoff, J.H.van't:
Voorstel tot uitbreiding der tegenwoordig in de scheikunde gebruikte structuur-formules in de ruimte.
Utrecht 1874.
erweiterte französische Übersetzung:
La chimie dans l'espace, Rotterdam 1875.
- (145) Hofmann, A.W.:
Ueber zwei neue Reihen flüchtiger organischer Basen.
Ann.Chem. 73 (1850), 91-92.
- (146) Hofmann, A.W.:
Beiträge zur Kenntniss der flüchtigen organischen Basen.
Ann.Chem. 73 (1850), 180-189.
Fortsetzungen:
Ann.Chem. 74 (1850), 1-40.
Ann.Chem. 74 (1850), 117-177.
Ann.Chem. 75 (1850), 356-368.
- (147) Hofmann, A.W.:
On the combining power of atoms.
Proceedings of the Royal Institution 4 (1866), 401-430.
- (148) Hübner, H. und G.Schreiber:
Über das Atomgewicht der Fumar- und Maleinsäure.
Z.Chem. 14, N.F. 7 (1871), 712-715.
- (149) Hunsberger, J.M.:
Theoretical chemistry in Russia.
J.Chem.Ed. 31 (1954), 504-514.
- (150) Ihde, A.J.:
The unraveling of geometric isomerism and tautomerism.
J.Chem.Ed. 36 (1959), 330-336.

- (151) Ihde, A.J.:
The Karlsruhe Congress: A centennial retrospect.
J.Chem.Ed. 38 (1961), 83-86.
- (152) Ihde, A.J.:
The development of modern chemistry.
Harper and Row, New York 1964.
- (153) Kauffmann, G.B.:
Werner, Kekulé, and the demise of the doctrine of
constant valency.
J.Chem.Ed. 49 (1972), 813-817.
- (154) Kazansky, B.A. und G.W. Bykow:
Centenary of the theory of chemical structure.
(Collection of papers by A.M. Butlerow, A.S. Couper,
A.Kekulé, W.W. Markownikow)
Akademie der Wissenschaften, Moskau 1961.
- (155) Kekulé, A.:
Notiz über eine neue Reihe schwefelhaltiger organischer
Säuren.
Ann.Chem. 90 (1854), 309-316.
- (156) Kekulé, A.:
Ueber die sogenannten gepaarten Verbindungen und die
Theorie der mehratomigen Radicale.
Ann.Chem. 104 (1857), 129-150.
- (157) Kekulé, A.:
Ueber die Konstitution und die Metamorphosen der
chemischen Verbindungen und über die chemische Natur
des Kohlenstoffs.
Ann.Chem. 106 (1858), 129-159.
siehe auch Ostwald's Klassiker der exakten Natur-
wissenschaften 145, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1904.
- (158) Kekulé, A.:
Lehrbuch der organischen Chemie. Bd. 1
Ferdinand Enke, Erlangen 1859, (1. Lieferung).
Gesamtausgabe des 1. Bandes, (3 Lieferungen) Ferdinand
Enke, Erlangen 1861.
- (159) Kekulé, A.:
Ueber Itaconsäure und Pyroweinsäure.
Z.Chem. 4 (1861), 587-589.
- (160) Kekulé, A.:
Ueber einige organische Säuren.
(Vorgetragen in der chemischen Section der 36. Ver-
sammlung deutscher Naturforscher und Aerzte am
21. Sept. 1861)
Z.Chem. 4 (1861), 613-623.

- (161) Kekulé, A.:
Betrachtungen über einige Fälle von Isomerie.
Z.Chem. 6 (1863), 9-13.
- (162) Kekulé, A.:
Sur l'atomicité des éléments.
Compt.Rend. 58 (1864), 510-514.
deutsche Übersetzung: Ueber die Atomigkeit der Elemente.
Z.Chem. 7 (1864), 689-694.
- (163) Kekulé, A.:
Sur la constitution des substances aromatiques.
Bulletin de la Société Chimique de Paris. N.S. 3
(1865), 98-110.
- (164) Kekulé, A.:
Ueber die Atomtheorie und die Theorie der Atomicität.
Z.Chem. 8, N.F. 1 (1865), 155-157.
- (165) Kekulé, A.:
Untersuchungen über aromatische Verbindungen.
Ann.Chem. 137 (1866), 129-196.
siehe auch Ostwald's Klassiker der exakten Natur-
wissenschaften 145, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1904.
- (166) Kekulé, A.:
Ueber die Constitution des Mesitylens.
Z.Chem. 10, N.F. 3 (1867), 214.
- (167) Kekulé, A.:
Die wissenschaftlichen Ziele und Leistungen der Chemie.
(Rede gehalten beim Antritt des Rectorats der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität am 18.10.1877)
Max Cohen u. Sohn, Bonn 1878.
- (168) Kiliani, H.:
Dem Andenken von Emil Erlenmeyer.
Z.Angew.Chem. 22 (1909), 481-483.
- (169) Kolbe, H.:
in: Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie.
Bd. 3. Braunschweig 1848.
- (170) Kolbe, H.:
Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie. Bd. 1
Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1854.
- (171) Kolbe, H.:
Ueber den natürlichen Zusammenhang der organischen mit
den unorganischen Verbindungen, die wissenschaftliche
Grundlage zu einer naturgemäßen Classification der
organischen Körper.
Ann.Chem. 113 (1860), 293-332.

- (172) Kolbe, H.:
Ueber die Isomerie der Fumarsäure und Maleinsäure,
sowie der Itaconsäure, Citraconsäure und Mesaconsäure.
Z.Chem. 6 (1863), 13-21.
- (173) Kolbe, H.:
Prognose neuer Isomerien. Z.Chem. 7 (1864), 30-38.
- (174) Kolbe, H.:
Das chemische Laboratorium der Universität Marburg.
Friedrich Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1865.
- (175) Kolbe, H.:
Ueber die chemische Constitution der organischen
Kohlenwasserstoffe.
(Vortrag nebst Eröffnungsrede gehalten bei Einweihung
des neuen chemischen Laboratoriums der Universität
Leipzig am 16.11.1868)
Friedrich Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1869.
- (176) Kolbe, H.:
Ueber die Strukturformeln und die Lehre von der Bindung
der Atome.
J.Prakt.Chem. 111, N.F. 3 (1871), 127-136.
- (177) Kolbe, H.:
Moden der modernen Chemie.
Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1871.
J.Prakt.Chem. 112, N.F. 4 (1871), 241-271.
- (178) Kolbe, H.:
Das chemische Laboratorium der Universität Leipzig
und die seit 1866 darin ausgeführten chemischen
Untersuchungen.
Friedrich Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1872.
- (179) Kolbe, H.:
Zur Entwicklungsgeschichte der theoretischen Chemie.
Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1881.
(Abdruck von: Kolbe, H.: Meine Betheiligung an der
Entwicklung der theoretischen Chemie.
J.Prakt.Chem. 23 (1881), 305-323, 353-379, 497-517,
und J.Prakt.Chem. 24 (1881), 374-425).
- (180) Kopp, H.:
in: Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und
verwandter Theile anderer Wissenschaften. Gießen 1861.
- (181) Kopp, H.:
Geschichte der Wissenschaften in Deutschland.
Neuere Zeit. Bd. 10. Die Entwicklung der Chemie in der
neueren Zeit. R. Oldenbourg, München 1873.

- (182) Krätz, O.:
Emil Erlenmeyer 1825-1909.
Chemie in unserer Zeit 6 (1972), 52-58.
- (183) Krätz, O.:
Beilstein-Erlenmeyer, Briefe zur Geschichte der chemischen Dokumentation und des chemischen Zeitschriftenwesens.
In: Naturwiss. Histor. Reihe, Bd. 2. Neue Münchner Beiträge zur Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften. Werner Fritsch, München 1972.
- (184) Ladenburg, A.:
Ueber die Constitution des Anethols.
Z.Chem. 9, N.F. 2 (1866), 731-732.
- (185) Ladenburg, A.:
Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie in den letzten hundert Jahren.
Friedrich Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1869.
- (186) Ladenburg, A.:
Herausgabe von Kekulé: Über die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffs. - Untersuchungen über aromatische Verbindungen.
In: Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften 145, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1904.
- (187) Larder, D.F.:
Alexander Crum Brown and his doctoral thesis of 1861.
Ambix 14 (1967), 112-132.
- (188) Larder, D.F.:
A dialectical consideration of Butlerov's theory of chemical structure.
Ambix 18 (1971), 26-48.
- (189) Larder, D.F. und F.F. Kluge:
Alexander Mikhailovich Butlerov's theory of chemical structure.
J.Chem.Ed. 48 (1971), 287-289.
- (190) Laurent, A.:
Sur les combinaisons azotées.
Ann.Chim.Phys. 18 (1846), 266-298.
- (191) Lavoisier, A.L.:
Traité élémentaire de chimie. Paris 1789.
- (192) Lavoisier, Guyton de Morveau, Berthollet, de Fourcroy:
Méthode de nomenclature chimique.
- (193) Le Bel, A.:
Sur les relations qui existent entre les formules

atomiques des corps organiques et le pouvoir rotatoire de leurs dissolutions.

Bulletin de la Société Chimique 22 (1874), 337.

(194) Leicester, H.M.:

Contributions of Butlerov to the development of structural theory.

J.Chem.Ed. 36 (1959), 328-329.

(195) Leicester, H.M.:

Kekulé, Butlerov, Markovnikov: Controversies on chemical structure from 1860-1870.

In: Kekulé Centennial. Hrsg.: R.F. Gould, Advances in Chemistry. Series 61. American Chemical Society, Washington D.C. 1966.

(196) Levere, T.H.:

Affinity and matter. Clarendon Press, Oxford 1971.

(197) Liebig, J.v.:

Sur quelques cyanates.

Ann.Chim.Phys. 33 (1826), 207-214.

(198) Liebig, J.v.:

Ueber die Constitution des Aethers und seiner Verbindungen.

Ann.Chem. 9 (1834), 1-39.

(199) Liebig, J.v.:

Ueber die Producte der Oxydation des Alkohols.

Ann.Chem. 14 (1835), 133-167.

(200) Liebig, J.v.:

Ueber die Constitution der organischen Säuren.

Ann.Chem. 26 (1838), 113-189.

(201) Liebig, J.v.:

Anmerkung zu: Berzelius, J.J.: Ueber die Verbindungen, welche durch die Einwirkung des Chlors auf Aethyloxydsalze gebildet werden. (Aus einem Briefe von Berzelius an Wöhler)

Ann.Chem. 32 (1839), 72-76.

(202) Lipp, A.:

In: Bericht über das Studienjahr 1908-1909.

Königliche Technische Hochschule zu München.

Akademische Buchdruckerei F. Straub, München 1910, 1-15.

(203) Loon, J. van und V.Meyer:

Das Fluor und die Esterregel.

Ber.Dtsch.Chem.Ges. 29 (1896), 839-845.

(204) Loschmidt, J.:

Chemische Studien, Wien 1861.

siehe auch Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften 190, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1913.

- (205) Loschmidt, J.:
In: Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien.
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 52, II (1865), 395.
Vgl. Partington 1964 (220), 546.
- (206) Lossen, W.:
Ueber die Vertheilung der Atome in der Molekel.
Ann.Chem. 204 (1880), 265-364.
- (207) Markownikow, W.:
Zur Geschichte der Lehre über die chemische Structur.
Z.Chem. 8, N.F. 1 (1865), 280-287.
- (208) Mason, H.S.:
History of the use of graphic formulas in organic chemistry.
Isis 34 (1942-43), 346-354.
- (209) Melsens, L.H.F.:
Note sur l'acide chloracétique.
Compt.Rend. 14 (1842), 114-117.
- (210) Meyer, L.:
Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Statik.
1. Aufl. Maruschke und Berendt, Breslau 1864.
- (211) Meyer, L.:
Ueber einige Zersetzungen des Chloräthyls.
Ann.Chem. 139 (1866), 282-298.
- (212) Meyer, L.:
Zur Abwehr. Ann.Chem. 145 (1868), 124-127.
- (213) Meyer, V. und J.J. Sudborough:
Das Gesetz der Esterbildung aromatischer Säuren.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 27 (1894), 1580-1592.
- (214) Milt, C. de:
Carl Weltzien and the congress at Karlsruhe.
In: Chymia I. Editor in chief: Tenney L.Davis,
University of Pennsylvania Press, Philadelphia 1948,
153-169.
- (215) Milt, C. de:
The congress at Karlsruhe.
J.Chem.Ed. 28 (1951), 421-425.
- (216) Naquet, A.:
Ueber die Atomigkeit des Sauerstoff, Schwefel, Selen

- und Tellur.
Z.Chem. 7 (1864), 686-689.
- (217) Odling, W.:
On the constitution of hydro-carbons.
Journal of the Royal Institution of Great Britain
2 (1855), 63-66.
siehe auch Anschütz, R.: August Kekulé. Bd. 1. Leben
und Wirken, Verlag Chemie, Berlin 1929, 667-670 mit
teilweiser Übersetzung auf S. 109-110.
- (218) Odling, W.:
On the constitution of acids and salts.
J.Chem.Soc. 7 (1855), 1-22.
- (219) Palmer, W.G.:
A history of the concept of valency to 1930.
University Press, Cambridge 1965.
- (220) Partington, J.R.:
A history of chemistry. Bd. 4. Macmillan & CO, London
1964.
- (221) Perkin, W.H. sen.:
Ueber die Molecularconstitution der Glycolsäure und
Milchsäure.
Z.Chem. 4 (1861), 161-168.
- (222) Perkin, W.H. jun.:
Emil Erlenmeyer. J.Chem.Soc. 99 (1911), 1649-1651.
- (223) Rasch, G.:
Zur Schreibweise chemischer Formeln. Eine geschicht-
liche Betrachtung.
Z.Chem. 6 (1966), 297-311.
- (224) Richter, F.:
K.F. Beilstein, sein Werk und seine Zeit.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 71 (1938), A, 35-55.
- (225) Rocke, A.J.:
Origins of the structural theory in organic chemistry.
PhD dissertation, University of Wisconsin 1975.
- (226) Rouvray, D.H.:
The changing role of the symbol in the evolution of
chemical notation.
Endeavour N.S. 1 (1977), 23-31.
- (227) Russell, C.A.:
Buchbesprechung: Centenary of the theory of chemical
structure (siehe (154))
Archives internationales d'Histoire des Sciences
15 (1962), 195-198.

- (228) Russell, C.A.:
The history of valency.
Leicester University Press, Leicester 1971.
- (229) Schiel, J.:
Bemerkungen über die organischen Radicale.
Ann.Chem. 43 (1842), 107-108.
- (230) Schorlemmer, J.:
Ueber die Identität des Aethylenwasserstoffs und des
Methyls.
Ann.Chem. 132 (1864), 234-238.
- (231) Senior, J.K.:
On certain relations between chemistry and geometry.
J.Chem.Ed. 15 (1938), 464-470.
- (232) Simpson, M.:
Ueber die Bildung der Bernsteinsäure aus dem Aethylidenchlorür.
Z.Chem. 10, N.F. 3 (1867), 673.
- (233) Stock, A.:
Der internationale Chemiker-Kongreß in Karlsruhe
3. - 5. September 1860 vor und hinter den Kulissen.
Zusammengestellt von Alfred Stock.
Verlag Chemie, Berlin 1933.
- (234) Tollens, B.:
Ueber die Einwirkung von Natrium auf Aethylidenchlorür.
Ann.Chem. 137 (1866), 311-316.
- (235) Walden, P.:
Zur Entwicklungsgeschichte der chemischen Zeichen.
In: Studien zur Geschichte der Chemie.
Festgabe Edmund O. v. Lippmann. Hrsg.: Julius Ruska.
Springer-Verlag, Berlin 1927, S. 30-105.
- (236) Wassermann, M.:
Ueber die relative Constitution des Eugenols.
(mitgetheilt von E. Erlenmeyer)
Ann.Chem. 179 (1875), 366-388.
- (237) Weltzien, K.:
Systematische Zusammenstellung der organischen Verbindungen.
Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1860.
- (238) Weyer, J.:
Die Entstehung der organischen Chemie im 19. Jahrhundert.
In: Disciplinae Novae 1979. Hrsg.: Scriba, Ch.J.
Vandenhoeck u. Ruprecht, Göttingen 1979, S. 91-103.

- (239) Widnmann, E.:
Zur Kenntniss der Nitrobenzoesäuren.
(mitgetheilt von E.Erlenmeyer)
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 8 (1875), 392-393.
- (240) Widnmann, E.:
Ueber die isomeren Nitro- und Amidobenzoessäuren und
über Chloranilbildung aus den letzteren.
Ann.Chem. 193 (1778), 202-240.
- (241) Wilbrand, J.:
Ueber die Constitution der Allyl- und Glycerylver-
bindungen.
Z.Chem. 8, N.F. 1 (1865), 683-685.
Ueber kettenförmige und isomere Kohlenstoffskelette.
Z.Chem. 8, N.F. 1 (1865), 685-687.
- (242) Williamson, A.:
Ueber die Theorie der Aetherbildung.
Ann.Chem. 77 (1851), 37-49.
Philosophical Magazine 37 (1850), 350.
- (243) Williamson, A.:
On the constitution of salts.
Chemical Gazette 9 (1851), 334-339.
J.Chem.Soc. 4 (1852), 350-355.
siehe auch Alembic Club Reprints 16, E & S Livingstone,
Edinburgh 1949, S. 39-49.
- (244) Williamson, A.:
Ueber Kolbe's chemische Formeln.
Ann.Chem. 91 (1854), 201-228.
- (245) Williamson, A.:
Ueber die Classification der Elemente nach ihrer
Atomigkeit.
Z.Chem. 7 (1864), 697-702.
- (246) Williamson, A.:
On the atomic theory.
J.Chem.Soc. 22 (1869), 328-365.
- (247) Wislicenus, J.:
In: Correspondenzen. Die Chemie auf der 43. Versammlung
deutscher Naturforscher und Aerzte in Innsbruck.
Ber.Dtsch.Chem.Ges. 2 (1869), 548-551.
- (248) Wittstein, G.C.:
Literarische Mittheilungen zum Lehrbuch der organi-
schen Chemie.
Vierteljahresschrift f. prakt. Pharm. 17 (1868),
108-111.

- (249) Wöhler, F.:
Ueber die Zusammensetzung der Cyansäure.
Ann.Phys. 5 (1825), 385-388.
- (250) Wöhler, F. und J. v. Liebig:
Untersuchungen über das Radical der Benzoessäure.
Ann.Chem. 3 (1832), 249-282.
Ann.Phys. 26 (1832), 325-343; 465-479.
- (251) Wollaston, W.H.:
Des équivalens chimiques.
Ann.Chim.Phys. 90 (1814), 138-174.
- (252) Wurtz, A.:
Répertoire de chimie pure 1 (1859), 20-24; 49-52.
- (253) Wurtz, A.:
Bemerkungen über die Typentheorie.
Z.Chem. 5 (1862), 80-83.
- (254) Wurtz, A.:
Sur l'isomérisie dans les Séries glycolique et lactique.
Ann.Chim.Phys. 67 (1863), 105-113.
- (255) Wurtz, A.:
Wirkung von Chlorzink auf Amylalkohol.
Z.Chem. 6 (1863), 417-421.
- (256) Wurtz, A.:
Leçons de philosophie chimique.
Librairie de L. Hachette, Paris 1964.
- (257) Wurtz, A.:
Ueber die Atomigkeit der Elemente.
Z.Chem. 7 (1864), 679-686.
- (258) Wurtz, A.:
Die atomistische Theorie.
F.A. Brockhaus, Leipzig 1879.

Ergänzende Literatur

- Gillispie, Ch. C. (Hrsg.): Dictionary of Scientific Biography.
Charles Scribner's Sons, New York
1970.
- Hafner, K.: August Kekulé - dem Baumeister der
Chemie zum 150. Geburtstag.
Justus von Liebig Verlag, Darmstadt
1980.
- Ihde, A.: The Development of Modern Chemistry.
Harper and Row, New York 1964.
- Neue Deutsche Biographie. Band 1-13.
Duncker und Humblot, Berlin 1952-1982.
- Partington, J. R.: A History of Chemistry. Band 4.
Macmillan & CO, London 1964.
- Poggendorff, J. C.: Biographisch-Literarisches Handwörter-
buch zur Geschichte der exacten
Wissenschaften. Band 1-5.
Johann Ambrosius Barth, Leipzig
1863-1925.
- Römpps Chemie-Lexikon. 7. Auflage.
Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1972.

Namensverzeichnis *

AMPERE

André Marie, 1775-1836; französischer Physiker und Mathematiker, Mitglied der Akademie der Wissenschaften; nach ihm wurde die Einheit der Stromstärke benannt.

ANSCHÜTZ

Richard, 1852-1937; Professor für Chemie in Bonn; er gab Veröffentlichungen von Couper und Loschmidt für "Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften" neu heraus und schrieb eine zweibändige Kekulé-Biographie.

AVOGADRO

Amadeo, Conte de Quaregna, 1776-1856; italienischer Physiker und Chemiker, Professor in Turin; er stellte das nach ihm benannte Gesetz auf.

BAEYER

Adolf von, 1835-1917; Schüler von Bunsen und Kekulé; 1872 Professor in Straßburg, seit 1875 in München als Nachfolger Liebig's; Entdeckung der Barbitursäure, Indigosynthese; Nobelpreis für Chemie 1905.

BALARD

Antoine Jérôme, 1802-1976; französischer Chemiker; er entdeckte 1826 das Brom.

BAUMANN

Eugen, 1846-1896; Assistent von Hoppe-Seyler in Tübingen, Direktor der chemischen Sektion des Physiologischen Instituts Berlin, Professor für Chemie an der medizinischen Fakultät Freiburg.

BEILSTEIN

Friedrich Konrad, 1838-1906; russischer Chemiker deutscher Herkunft; er studierte in Heidelberg bei Kekulé, in Göttingen und Paris; seit 1866 war er Professor am Technologischen Institut in Petersburg; er schuf das "Handwörterbuch der organischen Chemie", das erstmals 1883 erschien.

* Berücksichtigung fanden Namen soweit es sich um Chemiker handelt; nicht aufgeführt sind die Autoren der Sekundärliteratur.

BERTHELOT

Pierre Eugène Marcelin, 1827-1907; Professor der Chemie in Paris; Herstellung von Acetylen im Lichtbogen.

BERZELIUS

Jöns Jakob, Freiherr, 1779-1848; Professor für Chemie in Stockholm; er führte die chemischen Elementsymbole ein, führte Atomgewichtsbestimmungen durch, entdeckte Selen, Silizium, Thorium, Zirkonium; er begründete die Elementaranalyse und stellte eine dualistische elektrochemische Theorie und den Isomeriebegriff auf.

BREDT

Conrad Julius, 1855-1937; Professor für organische Chemie an der technischen Hochschule Aachen.

BUFF

Heinrich Ludwig, 1828-1872; Assistent bei Liebig in München, Stenhouse und Hofmann in London; nach einem vergeblichen Versuch, eine Stearinfabrik in Osnabrück aufzubauen, promovierte er und habilitierte sich in Göttingen, wurde Assistent von Hofmann in Berlin und übernahm eine Lehrtätigkeit in Prag; Arbeiten über die wechselnde Valenz von Elementen, Lehrbuch der organischen Chemie.

BUNSEN

Robert Wilhelm, 1811-1899; Professor für Chemie in Marburg, Breslau und Heidelberg; er führte 1859 mit Kirchhoff die Spektralanalyse ein und entdeckte die Elemente Caesium und Rubidium; er synthetisierte organische Arsenverbindungen (Kakodyl) und konstruierte den "Bunsenbrenner" (1855).

BUTLEROW

Alexander Michailowitsch, 1828-1886; Professor in Kasan und Petersburg; er hatte großen Anteil an der Erarbeitung der Strukturchemie.

CAHOURS

Auguste, 1813-1891; Professor für Chemie in Paris, Entdecker des Amylalkohols in Fuselöl; er stellte Anisol, Salizylsäuremethylester, Allylalkohol dar, synthetisierte organische Säurechloride mit Phosphorpentachlorid.

CANNIZZARO

Stanislao, 1826-1910; Professor für Chemie in Genua, Palermo und Rom; er arbeitete über Aldehydreaktionen (Cannizzaro-Reaktion), Benzaldehyd und Benzoesäure, verhalf Avogadros Hypothese zum Durchbruch und trennte die Begriffe Atom und Molekül.

CANTOR

Moritz, 1829-1920; Mathematiker, 1908-13 Professor in Heidelberg; er befaßte sich mit der Geschichte der mathematischen Wissenschaften.

CARIUS

Georg Ludwig, 1829-1875; Professor für Chemie in Heidelberg und Marburg; er arbeitete über die Bestimmung von Halogenen, Schwefel und Phosphor in organischen Substanzen, stellte Äthylenchlorhydrin aus Äthylen und HOCl dar.

CLARK

Thomas, 1801-1867; schottischer Chemiker, Professor in Aberdeen; er beschäftigte sich u.a. mit der Wasserhärte; 1841 Patent zur Wasserenthärtung durch Zusatz von Kalkmilch.

CLEMM

Carl Friedrich, 1836-1899; Mitbegründer der BASF.

CONRAD

Max, 1848-1920; Privatdozent bei Wislicenus in Würzburg, seit 1878 Professor an der Forstakademie in Aschaffenburg.

COUPER

Archibald Scott, 1831-1892; schottischer Chemiker; er entdeckte unabhängig von Kekulé die Vierwertigkeit der Kohlenstoffatome und ihre Verknüpfung untereinander, wurde 1858 durch Krankheit arbeitsunfähig.

CRUM BROWN

Alexander, 1838-1922; Professor der Chemie in Edinburgh.

DALTON

John, 1766-1844; er untersuchte die Wärmeausdehnung von Gasen, stellte das Gesetz vom Gesamtdruck als Summe der Partialdrucke bei Gasgemischen auf, führte die Atomtheorie in die Chemie ein und formulierte das Gesetz der konstanten und das der multiplen Proportionen.

DAVY

Humphry Sir, 1778-1828; Professor für Chemie in London, Lehrer Faradays; er gilt als Begründer der Elektrochemie, stellte Kalium, Natrium und andere Metalle durch Schmelzelektrolyse dar, erkannte die Zusammensetzung der Salzsäure; Konstruktion einer Grubenlampe (Davy'sche Sicherheitslampe).

DEVILLE

Henri Sainte-Claire, 1818-1881; Professor für Chemie in Paris; er arbeitete über die Dissoziation von Dämpfen und Gasen, über Bor, Silizium. Platin; er stellte Aluminium technisch dar.

DULONG

Pierre Louis, 1785-1838; französischer Physiker und Chemiker, Professor in Paris; er entdeckte u.a. den Chlorstickstoff (1811) und formulierte 1819 mit Petit die Dulong-Petit'sche Regel, nach der die Atomwärme aller festen Elemente annähernd gleich ist.

DUMAS

Jean Baptiste André, 1800-1884; Professor an der Sorbonne; er entwickelte Verfahren zur Molekulargewichtsbestimmung durch Bestimmung der Dampfdichte und zur Analyse des Stickstoffgehaltes organischer Verbindungen.

DUPPA

Baldwin Francis, 1828-1873; er arbeitete zusammen mit Hofmann und Frankland. Aus gesundheitlichen Gründen mußte er seine wissenschaftliche Tätigkeit seit 1870 beenden.

EISENLOHR

Friedrich, 1831-1904; Professor für Mathematik in Heidelberg.

ERDMANN

Otto Linné, 1804-1869; Professor für Chemie in Leipzig; er bestimmte verschiedene Atomgewichte und begründete das "Journal für praktische Chemie", das zwischen 1834 und 1857 erschien.

FEHLING

Hermann Christian, 1811-1885; Schüler Liebig's, Professor an der TH Stuttgart; er untersuchte u.a. die Aldehydsynthese, stellte das Benzonitril dar; die Fehlingsche Lösung zum Nachweis reduzierender Zucker und Aldehyde ist nach ihm genannt.

FISCHER

Emil, 1852-1919; er war wohl der berühmteste Schüler Baeyers. Professor in Erlangen, Würzburg, Berlin; 1902 erhielt er den Nobelpreis für seine Arbeiten auf dem Gebiet der Zucker- und Purin-
gruppen.

FISCHER

Otto, 1852-1932; Vetter von Emil Fischer, ebenfalls Assistent

Baeyers in München; seit 1885 Professor und Direktor des Chemischen Labors der Universität Erlangen.

FITTICA

Friedrich, 1850-1912; Professor an der Universität Marburg. Von 1877-1908 Herausgeber der "Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie und verwandte Teile anderer Wissenschaften".

FITTIG

Rudolf, 1835-1910; Chemieprofessor in Göttingen, Tübingen, Straßburg; er arbeitete über die Synthese von Halogenderivaten des Benzols und über Verbindungen aus Steinkohlenteerdestillaten.

FOSTER

George Carey, 1835-1919; Schüler Kekulés in Gent, Professor der Physik in Glasgow und London.

FRANKLAND

Edward Sir, 1825-1899; Schüler von Liebig in Gießen und von Bunsen in Marburg, Professor der Chemie in Manchester und London; er entdeckte die ersten metallorganischen Verbindungen und lieferte Beiträge zur Valenztheorie.

FRESENIUS

Carl Remigius, 1818-1897; Assistent Liebigs in Gießen; er gründete ein analytisch-technisches Laboratorium in Wiesbaden (1848) und war Professor am Landwirtschaftlichen Institut; er entwickelte qualitative und quantitative chemische Analysen und verfaßte mehrere Lehrbücher.

GAUDIN

Marc Antoine Augustin, 1804-1880; Schüler von Dumas und Ampère; er arbeitete über Astronomie, Mineralogie, Photographie, Fermentation und über die Molekülstruktur der Mineralien.

GAY-LUSSAC

Joseph Louis, 1778-1850; französischer Chemiker und Physiker, Professor in Paris; er arbeitete auf dem Gebiet der Wärmelehre, entwickelte eine Methode der Schwefelsäuregewinnung; er führte die Argentometrie ein und gilt als der Schöpfer der chemischen Maßanalyse.

GERHARDT

Charles Frédéric, 1816-1856; Schüler von Liebig und Dumas, Professor für Chemie in Montpellier und Straßburg; er lenkte die

Aufmerksamkeit auf die sogenannten "homologen Reihen" und begründete die Typentheorie.

GEUTHER

Anton, 1833-1889; Assistent bei Wöhler, Professor in Göttingen und Jena; er forschte auf dem Gebiet der Enole.

GILBERT

Ludwig Wilhelm, 1769-1824; Professor für Physik und Chemie in Halle und für Physik in Leipzig; er war Herausgeber der "Annalen der Physik".

GLASER

Carl Andreas, 1841-1935; Assistent bei Kekulé in Gent, 1868 Privatdozent in Bonn, seit 1869 einer der Direktoren der BASF.

GMELIN

Leopold, 1788-1853; Professor für Medizin und Chemie in Heidelberg; er gab das "Handbuch der theoretischen Chemie" heraus.

GORUP VON BESANEZ

Eugen Franz, Freiherr, 1817-1878; österreichischer Chemiker, Professor in Erlangen; er forschte über Pflanzenfermente und über die organische Wirkung des Ozons.

GRAEBE

Carl, 1841-1927; Assistent und Mitarbeiter Baeyers, Professor in Königsberg und Genf; 1869 gelang ihm zusammen mit Liebermann die Alizarinsynthese aus Anthrachinon.

GRIMAUD

Louis Edouard, 1835-1900; er war zunächst Apotheker, studierte dann Chemie bei Wurtz in Paris; seit 1876 Professor an der Ecole Polytechnique; er synthetisierte Hydroxybenzoesäure, Allantoin, Barbitursäure und erkannte Codein als Methyilmorphin.

HECHT

Otto, 1846-1914; Chemiker an der Steingutfabrik in Saargemünd, Assistent am chemischen Labor des Polytechnikums in München, Professor der Chemie und Naturwissenschaften in Speyer und Würzburg; er arbeitete mit an Erlenmeyers "Lehrbuch der organischen Chemie".

HEINTZ

Wilhelm Heinrich, 1817-1880; er war zunächst Apotheker, seit 1857

Professor in Halle und Direktor des Pharmazeutischen Instituts; er arbeitete über organische Chemie, speziell über Fettsäuren.

HLASIWETZ

Heinrich, 1825-1875; Professor für Chemie in Innsbruck und Wien; von Bedeutung sind seine Arbeiten über Harzbestandteile, Alkaloide, Glykoside.

HOFF

Jacobus Henricus van't, 1852-1911; Chemiestudium bei Kekulé in Bonn, bei Wurtz in Paris, Privatdozent für Physik in Utrecht, Professor für Chemie, Mineralogie und Geologie in Amsterdam, seit 1896 für Chemie in Berlin; er begründete die Stereochemie (1874), erhielt den 1. Nobelpreis für Chemie für die Entdeckung der Gesetze der chemischen Dynamik und des osmotischen Druckes in Lösungen.

HOFMANN

August Wilhelm von, 1818-1892; Schüler Liebig's, Professor in London, Bonn und seit 1865 in Berlin als Nachfolger von Mitscherlich; er gründete 1867 die Deutsche Chemische Gesellschaft, forschte auf den Gebieten des Steinkohlenteers und der Anilinfarbstoffe und entwickelte hier neue Synthesemethoden.

HOPPE-SEYLER

Ernst Felix Immanuel, 1825-1895; Professor für Physiologische Chemie in Berlin, Tübingen, Straßburg; von ihm stammen bedeutende Arbeiten zur physiologischen und pathologischen Chemie; "Handbuch der physiologisch-chemischen und pathologisch-chemischen Analyse".

HÜBNER

Hans, 1837-1884; Schüler Kekulé's, Nachfolger von Wöhler an der Universität Göttingen; er arbeitete vorwiegend über aromatische Verbindungen.

KEKULE VON STRADONITZ

August, 1829-1896; Privatdozent an der Universität Heidelberg, Professor der Chemie in Gent, seit 1865 in Bonn; er erkannte die Vierwertigkeit des Kohlenstoffatoms und die Verknüpfungsmöglichkeit der Kohlenstoffatome untereinander; 1865 gelang ihm die Aufstellung der ringförmigen Benzolformel.

KILIANI

Heinrich, 1855-1945; Professor der Chemie in München und Freiburg; "Kilianische Synthese" zum Aufbau von kohlenstoffreicheren Zuckern

über die Cyanhydrine, "Kilianische Mischung": Chromsäuregemisch zur Oxidation von organischen Verbindungen.

KOLBE

Adolph Wilhelm Hermann, 1818-1884; Schüler Wöhlers in Göttingen, Assistent Bunsens in Marburg, seit 1851 Professor für Chemie in Marburg als Nachfolger von Bunsen, seit 1865 Professor in Leipzig; er fand eine industriell auswertbare Synthese für Salizylsäure; seit 1870 übernahm er die Herausgabe von O. L. Erdmanns "Journal für praktische Chemie", seit 1880 gemeinsam mit E. v. Meyer.

KOPP

Hermann, 1817-1892; Professor der Chemie in Heidelberg; er arbeitete über die Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Konstitution; er schrieb eine vierbändige Geschichte der Chemie.

KRAUSE

Georg, 1849-1927; er war zunächst Apotheker, dann Chemiker und Herausgeber der "Allgemeinen Chemiker-Zeitung" (von 1877 bis 1927), die noch heute als "Chemiker-Zeitung" fortbesteht; um beim Ableben der Chemiker seiner Zeit deren Lebensdaten für Nachrufe verfügbar zu haben, sammelte er rechtzeitig ihre Bilder und selbstverfaßten Lebensläufe; diese Sammlung wird im sog. "Krause-Album" im Deutschen Museum in München aufbewahrt.

LADENBURG

Albert, 1842-1911; Assistent bei Kekulé in Gent und bei Wurtz in Paris, seit 1873 Professor für Chemie in Kiel, seit 1889 in Breslau; er untersuchte die Struktur von Benzolderivaten, ermittelte die Konstitution des Atropins und schrieb ein Handwörterbuch der Chemie.

LANDOLT

Hans Heinrich, 1831-1910; Professor für physikalische Chemie in Bonn, Aachen, Berlin.

LAURENT

Auguste, 1807-1853; französischer Chemiker, Professor in Bordeaux; er war der Vorkämpfer der Substitutionstheorie von Dumas und Begründer der Kerntheorie.

LAVOISIER

Antoine Laurent de, 1743-1794; französischer Chemiker; er führte die Waage für quantitative Meßmethoden ein, widerlegte durch seine

Wägungen und Messungen beim Verbrennungsprozeß die Phlogistontheorie und begründete damit die neuere Chemie; er arbeitete über Elementaranalyse und chemische Nomenklatur.

LE BEL

Joseph Achille, 1847-1930; Chemiestudium bei Wurtz in Paris, später Privatgelehrter; mit der Erklärung der optischen Aktivität organischer Verbindungen durch die Annahme eines asymmetrischen Kohlenstoffatoms (1874) schuf er unabhängig von van't Hoff eine der Grundlagen der Stereochemie.

LECOQ DE BOIBAUDRAN

Paul Emile, 1838-1912; er führte Untersuchungen zur Spektroskopie, zur Kristallographie und zu den Seltenerdmetallen durch.

LEVERKUS

Carl, 1804-1889; Studium der Naturwissenschaften in Marburg, Paris und Berlin, Promotion in Gießen; 1834 Gründung der ersten deutschen Ultramarinfabrik, 1874 Errichtung einer eigenen Alizarinfabrik; nach Leverkusen erhielt die Industriestadt Leverkusen ihren Namen.

LEVINSTEIN

Gustav, 1829-1902; deutscher Physiker und Chemiker, politischer und volkswirtschaftlicher Schriftsteller (Pseudonym: J. Weinstengl), Privatdozent an der Universität Heidelberg; 1858 gründete er zusammen mit M. Cantor, F. Eisenlohr und A. Kekulé die "Kritische Zeitschrift für Chemie, Physik und Mathematik", die spätere "Zeitschrift für Chemie und Pharmazie" Erlenmeyers.

LIEBEN

Adolf, 1836-1914; Privatdozent in Berlin, Professor in Palermo, Turin, Prag und Wien; Bericht über die chemische Industrie auf der Wiener Ausstellung.

LIEBERMANN

Carl Theodor, 1842-1914; Professor in Berlin; er stellte 1869 mit Graebe erstmalig das Alizarin synthetisch her und forschte über organische Farbstoffe.

LIEBIG

Justus von, 1803-1873; Professor für Chemie in Gießen und München; er führte den chemischen Experimentalunterricht an den Universitäten ein, entwickelte die Elementaranalyse, arbeitete auf allen Gebieten der Chemie, besonders über Säuren und Agrikulturchemie,

er führte die künstliche Düngung ein; viele seiner Entdeckungen waren für die Ernährung bedeutend, z.B. die Herstellung von Backpulvern, die Gewinnung von Fleischextrakt.

LIMPRICHT

Heinrich Franz Peter, 1827-1909; Assistent von Wöhler in Göttingen, Professor in Greifswald; er war der erste, der in Deutschland die Typentheorie übernahm.

LIPP

Andreas, 1855-1916; seit 1893 Professor für Chemie, chemische Technologie und Mineralogie in München, seit 1897 Professor für analytische und angewandte Chemie an der technischen Hochschule in München.

LISENKO

Konon Ivanowitsch, 1836-1903; er verbrachte das Wintersemester 1861-62 in Erlenmeyers Laboratorium in Heidelberg; Professor am Bergbauinstitut in Petersburg.

LÖWIG

Karl Jakob, 1803-1890; Professor in Zürich und Breslau; er arbeitete über metallorganische Verbindungen, entdeckte Bromoform, analysierte Senföhl.

LOSCHMIDT

Joseph, 1821-1895; österreichischer Physiker, seit 1868 Professor für Physik in Wien; er stellte Konstitutionsformeln der organischen Chemie graphisch dar, arbeitete auf dem Gebiet der physikalischen Chemie, besonders über kinetische Gastheorie und bestimmte die "Loschmidtsche Zahl".

LOSSEN

Wilhelm, 1838-1906; Privatdozent in Heidelberg, Professor für Chemie in Königsberg.

MARKOWNIKOW

Wladimir Wassiljewitsch, 1838-1904; russischer Chemiker, Schüler Butlerows, Professor in Kasan, in Odessa und in Moskau; er forschte über Isomerie, entdeckte die Naphthene im kaukasischen Erdöl und stellte 1869 die nach ihm benannte Regel über die Addition an olefinische Doppelbindungen auf.

MELSENS

Louis Henri Frédéric, 1814-1886; Schüler Liebig's, Assistent bei

Dumas, Professor an der Veterinärschule in Brüssel.

MEYER

Julius Lothar, 1830-1895; Assistent bei Bunsen und Kekulé in Heidelberg, Professor für Chemie in Breslau, Karlsruhe und Tübingen; er stellte unabhängig von Mendelejew ein Periodensystem der chemischen Elemente auf und lieferte Beiträge zur theoretischen Chemie. "Die modernen Theorien der Chemie".

MEYER

Richard Emil, 1846-1926; Bruder von Victor M., Privatdozent an der Universität München, Professor der Staatsgewerbeschule in Reichenberg/Böhmen, Professor der Chemie in Braunschweig; er begründete und redigierte von 1891-1918 das "Jahrbuch der Chemie".

MEYER

Victor, 1848-1897; Schüler von Bunsen und Baeyer, Professor für Chemie in Stuttgart, Zürich, Göttingen und Heidelberg; er verbesserte die Methode zur Dampfdichtebestimmung, arbeitete über Oxime, Thiophene u.a.

MOHR

Karl Friedrich, 1806-1879; Apotheker und Professor für Pharmazie und Chemie in Bonn; er konstruierte verschiedene Laboratoriumsapparate, u.a. die Mohrsche Waage.

NAQUET

Alfred, 1834-1916; außerordentlicher Professor für Medizin in Paris und Palermo; er hielt Vorlesungen über organische Chemie an der medizinischen Fakultät in Paris, widmete sich später aber ganz der Politik.

ODLING

William, 1829-1921; Professor für Chemie an der Universität Oxford; er erkannte 1861 die Zusammensetzung des Ozons.

OST

Friedrich Hermann, 1852-1931; Neffe von Hermann Kolbe; Professor für technische Chemie an der Technischen Hochschule Hannover; er schrieb ein Lehrbuch der chemischen Technologie.

PERKIN

William Henry, jun., 1860-1929; Professor für Chemie in Edinburgh, Manchester, Oxford; er synthetisierte Anthrachinon, Inden, Terpineol und arbeitete über Alkaloide und Terpene.

PLAYFAIR

Lyon, 1818-1898; Professor für Chemie in Edinburgh.

POGGENDORFF

Johann Christian, 1796-1877; Professor für Physik in Berlin; er arbeitete über Elektromagnetismus, entwickelte ein Spiegelgalvanometer und veröffentlichte Arbeiten zur Geschichte der Physik; bekannt wurde er als Herausgeber der "Annalen der Physik und Chemie" (1824-1877) und des "Biographisch-literarischen Handwörterbuchs zur Geschichte der exacten Wissenschaften".

SCHNEIDER

Woldemar von, 1843-1914; Schüler Erlenmeyers deutsch-russischer Herkunft.

SCHORLEMMER

Carl, 1834-1892; Professor für organische Chemie in Manchester; er war naturwissenschaftlicher Berater von Karl Marx und Friedrich Engels.

SCHÜTZENBERGER

Paul, 1829-1897; Professor am Collège de France in Paris.

SIMPSON

Maxwell, 1815-1902; Lehrer in Dublin, seit 1872 Professor für Chemie am Queen's College in Cork.

STRECKER

Adolph, 1822-1871; Professor in Christiania (Oslo), Tübingen, Würzburg; er arbeitete auf dem Gebiet der Aminosäuren, Pflanzensstoffe, Gallensäuren, Hydroxysäuren, Diazoverbindungen, Sulfonsäuren; er synthetisierte Alanin und Milchsäure.

TOLLENS

Bernhard Christian Gottfried, 1841-1918; Professor für Agrikulturchemie in Göttingen.

TROOST

Louis Joseph, 1825-1911; Professor in Paris; er arbeitete hauptsächlich über anorganische Chemie und übersetzte Wöhlers "Annalen der Chemie".

VOLHARD

Jakob, 1834-1910; Assistent bei Bunsen in Heidelberg, bei Liebig

in München, bei A. W. Hofmann in London und bei Kolbe in Marburg, Privatdozent in München und Erlangen, seit 1882 Professor für Chemie in Halle; er entwickelte quantitative Bestimmungsmethoden, speziell die Silbertitration mit Rhodanverbindungen.

WALLACH

Otto, 1847-1931; Professor der organischen Chemie in Göttingen; er erhielt 1910 den Nobelpreis für Chemie; seine Forschungsgebiete waren die ätherischen Öle, Campher und Terpene.

WASSERMANN

Schüler Erlenmeyers.

WEIDENBUSCH

Hans, Freund Erlenmeyers, mit dem er kurze Zeit eine kleine chemische Fabrik im Odenwald betrieb.

WELTZIEN

Karl, 1813-1870; Professor der Chemie an der polytechnischen Schule in Karlsruhe; er veröffentlichte über Ammoniumbasen, Cyansäure, Kreatin; auf seine Initiative hin fand 1860 der 1. internationale Chemikerkongreß in Karlsruhe statt.

WICHELHAUS

Carl Hermann, 1842-1927; Professor für chemische Technologie in Berlin.

WILL

Heinrich, 1812-1890; Schüler von Liebig, Assistent von Gmelin in Heidelberg, 1845 Professor für Chemie, 1853 Nachfolger von Liebig in Gießen.

WILLIAMSON

Alexander William, 1824-1904; Medizin- und Chemiestudium in Heidelberg, London und Gießen, Professor für Chemie in London; Äthersynthese.

WISLICENUS

Johannes, 1835-1902; Professor für Chemie in Zürich, Würzburg und seit 1885 in Leipzig als Nachfolger von H. Kolbe. 1869 führte er die unterschiedlichen optischen Eigenschaften der Fleisch- und der Gärungsmilchsäure auf eine verschiedene räumliche Anordnung der Atome im Molekül zurück.

WITTSTEIN

Georg Christoph, 1810-1887; zunächst Apotheker und 14 Jahre lang Assistent am pharmazeutischen Institut in München und außerdem Vorsteher einer chemischen Fabrik, später Lehrer für Chemie, Technologie und Naturgeschichte in Ansbach, dann Privatgelehrter in München; er schrieb pharmazeutische und chemische Aufsätze und ein ethymologisch-chemisches Handwörterbuch.

WÖHLER

Friedrich, 1800-1882; Schüler von Gmelin in Heidelberg, Assistent bei Berzelius in Stockholm, 1825-1836 Lehrer für Chemie in Berlin und Kassel, Professor für Chemie in Göttingen; 1828 gelang ihm die Harnstoffsynthese.

WOLLASTON

William Hyde, 1766-1828; Arzt und Chemiker in London; er entdeckte die Elemente Palladium und Rhodium (1803), arbeitete über Optik, entdeckte ein Verfahren zur technischen Platinbearbeitung.

WURTZ

Charles Adolphe, 1817-1884; Schüler Liebig's in Gießen, Assistent bei Dumas in Paris, Professor für Chemie in Paris als Nachfolger von Dumas; die von ihm entdeckte Synthese von Alkanen durch Umsetzung von Alkylhalogeniden mit metallischem Natrium wurde nach ihm benannt.

ZINCKE

Theodor, 1843-1928; Schüler von Wöhler, Assistent Kekulé's, Professor für Chemie in Marburg.

Quellenanhang

Transkription ausgewählter Schriftstücke aus den Sondersammlungen der Bibliothek des Deutschen Museums in München (Kurzbezeichnung: Dt.Mus.), aus dem Kekulé Teilnachlaß des Instituts für Organische Chemie der Technischen Hochschule Darmstadt (Kurzbezeichnung: Darmstädter Nachlaß) und aus der Handschriftensammlung der Bayerischen Staatsbibliothek München, Liebigiana 58 / E. Erlenmeyer (Kurzbezeichnung: BSB), im Rahmen der Dissertation herausgegeben.

Die Orthographie der Originale wurde beibehalten.

Die Schriften sind in chronologischer Reihenfolge geordnet.

Brief Nr. I.

Erlenmeyer an Kekulé; ohne Datum (Darmstädter Nachlaß)

Es lässt sich Alles in der Welt auf unnatürliche Gründe zurückführen, so auch unser gegenseitiges Schweigen. Sie haben zu wenig oder gar nichts zu schreiben und ich habe zuviel. Ausserdem ist Schweigen gleichwerthig mit einem der edelsten Metalle, für welches man kostbare Dinge kaufen kann. Nur immerzu geschwiegen. Man ist dann auch sicher, kein dummes Zeug zu schwatzen oder etwas Gescheites auszulaudern.

Über Chemie habe ich mir vorgenommen in Zukunft nur in offenen Briefen zu schreiben und in öffentlicher Rede zu schwatzen. Schreibt man darüber in geschlossenen Briefen oder schwätzt man darüber in gemüthlicher Unterhaltung, so wird zwar immer die Wissenschaft etwas mehr filtrirt, aber dem menschlichen Individuum erwächst daraus nichts, was zur Klärung seiner Verhältnisse beitragen könnte.

Nach Adoption solcher Grundsätze bleibt nichts übrig, was Briefporto werth wäre.

Neuigkeiten Professoren betrf. hat es erst am Ende des Semesters gegeben. Professor Lonis weiss aber nicht, wie er zu dieser Ehre kommt.

Ich habe mir Mühe gegeben in Bonn eine ausserordentliche Professur für Pharmacie und für mich ins Leben zu setzen, aber die Reaction ging nicht. Diese nicht existirende Stelle hat mir schon soviel Herz- und Kopfzerbrechen verursacht, dass ich sie zu meinem Ideal erhoben habe, welches deshalb nie verwirklicht werden wird, weil es zu schön wäre. Man thut auch in diesen Fällen besser, der Empirie treu zu bleiben, oder erfahrene Leute die Vorarbeit machen, die Hauptschwierigkeiten aber ändern zu lassen. Wenn Sie diese letzten Worte richtig zu würdigen verstehen, dann hoffe ich noch nicht alle Hoffnung aufgeben zu müssen.

Es ist doch immer gut wenn man seine Natur nicht ganz verleugnet und den Schandfleck nur so weit austilgt, dass er leicht wieder hervorgerufen werden kann.

Nur hier sehe ich Zukunft für mich und, ich darf es wohl ohne bescheiden zu sein behaupten auch für die deutsche Pharmacie. Lassen Sie was Sie nicht thun können, aber thun Sie auch, was Sie thun können. Grüßen Sie den hoffentlich jetzt aufgeklärten Beo. Bei Dale bitte mich zu entschuldigen ebenso bei Ihnen, dass ich nicht komme. Exhibition ist mir wahrscheinlich mehr werth als association. Delffs kommt nach Manchester. Meine Familie lässt Sie freundlichst grüssen.

I litteraire bow

Ihr Erlenmeyer

Nr. II.

Notizzettel Erlenmeyers. (Dt.Mus. 1968-589/1)

Die Gase enthalten ihre Atome in sehr grossen Entfernungen die Grösse der Atome ist verschwindend klein gegen ihre Entfernung, so dass also der Raum welchen die Massentheilchen einnehmen verschwindend klein ist gegen den Raum welchen das Gas einnimmt. Für das Vol. d. Gase kommt also nicht Grösse sondern nur Anzahl u. Entfernung der Massenthch. in Betracht.

Nach dem Mariotteschen Gesetz kann man die Annahme machen dass innerhalb gleicher Vol. der Gase unter gleichen Bedingungen auch gleiche Anzahl von Atomen enthalten sind, dass also Entfernung Massentheilchen aller Gase gleich gross ist. So folgt, dass Gewichtsverhältnisse gleicher Volumen auch Gewichtsverhältnisse der Massenthch. sd.

Nr. III.

Verschiedene Konzeptentwürfe. ohne Datum (Dt.Mus. 1968-
589/12)

Wenn man den Gang chemischer Prozesse richtig beurtheilen will, so muss man ermitteln

- 1) von welcher Qualität die Atome in den Molekülen sind bevor sie dem chemischen Process unterliegen.
- 2) in welcher Quantität dieselben vorhanden sind.
- 3) in welcher Lage zueinander oder in welcher Anordnung sie sich in den Molekülen während der chemischen Ruhe oder dem chemischen Gleichgewicht vor und nach dem Process befinden.

Es ergibt sich daraus die erste Aufgabe der Chemie.

Wenn man den Gang des Processes erklären will, so muss man erforschen, durch welche Einflüsse oder Ursachen das Gleichgewicht der Atome in den Molekülen gestört wird unter welchen Bedingungen der Process seinen Verlauf nimmt und warum unter den gegebenen Bedingungen die Bewegung der Atome gerade diese und keine andere Richtung nimmt resp. warum die neue Anordnung welche am Ende der Reaction zu Tage tritt unter den gegebenen Bedingungen den Gleichgewichtszustand der Atome herstellt.

Wenn man den Verlauf eines chemischen Processes beurtheilen will, d.h. wenn man wissen will, was bei einem chemischen Process vor sich geht, so muss man ermitteln

- 1) In welcher Qualität und Quantität die Atome in den zur Reaction kommenden Molekülen und in den aus der Reaction hervorgehenden Molekülen vorhanden sind.
- 2) In welcher Aneinanderlagerung zueinander oder in welcher Anordnung sie sich während der chemischen Ruhe oder des chemischen Gleichgewichts vor und nach dem Process befinden.

Daraus ergibt sich die erste Aufgabe der Chemie.

Wenn man einen chemischen Process erklären will d.h. wenn man wissen (ergänzende Anmerkung: will) warum er beginnt verläuft und zu Ende kommt, so muss man erforschen durch welche Ursachen oder Einflüsse das chemische Gleichgewicht der Atome in den Molekülen gestört und welche Bedingungen während des Verlaufs herrschen und warum unter den gegebenen Bedingungen die Bewegung der Atome gerade die bestimmte und keine andere Richtung nimmt resp. warum die neue Anordnung der Atome, welche am Ende der Reaction zu Tage tritt unter den gegebenen Bedingungen das Gleichgewicht herstellt.

Was versteht man unter einer chemischen Verbindung? Eine Verbindung ist eine Vereinigung von 2 oder mehreren Paaren von Aequivalentgewichten zweier oder mehrerer Atomgewichte desselben oder auch verschiedener Elemente zu einem Molekulargewicht.

Was ist ein Atomgewicht eines Elements? Ein Atomgewicht eines Elements ist das Gewicht der kleinsten möglichen Anzahl von Aequivalentgewichten, welche in chemische Verbindung eintreten können, welche zur chemischen Wirkung gebracht werden können.

Was ist ein Aequ.gewicht eines Elements? Ein Aequ.gew. eines Elements ist das kleinste Gew. desselben, welches mit 1 Gew. Wasserstoff oder 35,5 Gew.Th. Chlor in Verbindung oder an dessen Stelle treten kann.

Alle Atome eines Moleküls üben aufeinander Anziehung aus, die stärkste Anziehung aber ist zwischen Atomen vorhanden, die in chemischer Vereinigung miteinander sind. Dann kommt die Anziehung zwischen denen welche sich an demselben Atome befinden. Alle Atome üben also einen bestimmten Einfluss aus auf die Intensität mit welcher sich die Aeq. anziehen.

Dieser Einfluss ist abhängig von der Natur der Atome und von ihrer Stellung zueinander.

Brief Nr. IV.

Zwink an Erlenmeyer; Goeppingen, 6. Juli 1862 (Dt.Mus. 1968-498/2)

Gehrtester Herr Doctor!

Dass ich Ihren werthen Brief so lange unbeantwortet liess, bitte ich gütigst zu entschuldigen und die Verzögerung den Ihnen gewiss nicht unbekannten mancherlei Hindernissen zuzuschreiben, die dem Geschäftsmann so häufig begegnen, freilich aber auch hie und da in einer Art vis inertiae ihren Grund finden.

Es hat mich sehr gefreut, von Ihnen zu vernehmen, dass Sie für die Zukunft in Ihrer Zeitschrift auch den Apothekerstand mehr und mehr zu berücksichtigen gesonnen sind und zweifle nicht, dass Sie dadurch Ihren Leserkreis ansehnlich zu erweitern im Stande seyn werden. Uebrigens aller Anfang ist schwer, und ich fürchte einigermaßen, es müsste sich dieses Sprichwort auch bei Ihrer Zeitschrift in Bezug auf die Pharmaceuten bewähren, solange das Jahrbuch und das Archiv der Pharmacie als Vereinsorgane gehalten werden. Ich erlaube mir, Sie auf die Thatsache aufmerksam zu machen, dass unter den württ. Apothekern der 4^{te} Theil auch das Jahrbuch nicht lesen und sich mit dessen Intelligenzblatt oder wie es heisst, begnügen oder vielleicht auch z.Th. einem Leser-verein angehören, welche nur weniger Exemplare bedürfen.

Ich hoffe, es sollte sich vielleicht eine Art Verschmelzung mit Ihrer Z.schrift herbeiführen lassen, wie Ihnen aber bekannt seyn wird (s.d.Beilage) hat der Neffe Dr. Vorwerk die Redaktion provisorisch übernommen und wird sie wohl auch definitio zu bekommen suchen. Jetzt schiene es mir jedenfalls der geeignete Zeitpunkt, Schritte zur Verbreitung der Zeitschrift oder in der angedeuteten Richtung zu thun. Soviel ich weiss, sind Sie mit Herrn Haidler gut bekannt, könnte der nichts zu Ihren Gunsten bewirken? Meinen Einfluss bitte ich nicht zu überschätzen, obwohl Sie sich meiner steten Gewogenheit versichert halten dürfen.

Ein Urtheil über Ihre Schrift möchte ich, da ich nächstens zur Classe der verwaltenden Apotheker gehöre, mir nicht erlauben, weiss auch nichts auszusetzen. Im Allgemeinen aber glaube ich, dass die älteren Apotheker weder viel von der organischen Chemie der Neuzeit verstehen, noch danach verlangen und vorzugsweise auf Schriften ihr Augenmerk richten, die ihnen in der Praxis im Gelderwerb nutzbringend seyn können. Jüngere Pharmaceuten aber, die ein eigenes Geschäft noch nicht besitzen, pflegen die Journale nicht zu halten, und mehr aufs Vergnügen Bedacht zu nehmen. Von diesem Gesichtspunkt aus also glaube ich, dass Ihre Schrift nicht sehr rasche Verbreitung unter den Pharmaceuten finden wird. Es soll mich freuen, wenn ich mich getäuscht habe.

Wenn Sie wünschen, dass Ihrer Zeitschr. ferner Erwähnung geschehe in m. Blättchen (zu dessen Abonnenten ich übrigens bis jetzt nicht die Ehre habe, Sie zählen zu dürfen) so belieben Sie mir ordre zu ertheilen. Möglich, dass auch von m. Seite eine neue Einladung ergeht, gegenw. zählt das W.blatt 220 Abonnenten, bedarf eben ohne Zweifel noch Unterstützung aus der Apoth.vereins Casse, was sich aus dem Abschluss ergeben wird.

Mit freundschaftlicher Empfehlung

Ihr ergebenster Apotheker

Zwink

Brief Nr. V.

Erlenmeyer an Liebig; Heidelberg, 19. Juli 1862 (BSB 1)

Hochgeehrtester Herr Professor!

Zunächst muss ich um Entschuldigung bitten, dass ich Ihnen nicht schon früher über den Erfolg Ihrer Fürsprache für mich bei C. F. Winter in Leipzig berichtete. Es wird Ihnen von diesem selbst vielleicht schon mitgeteilt worden sein, dass ich mich mit ihm geeinigt habe. Wenn mir auch kein glänzendes Honorar geboten wurde, so bin ich doch froh, die Arbeit übernommen zu haben und ich muss Ihnen nochmals meinen besten Dank für Ihre freundliche Empfehlung aussprechen. Wegen des Planes und Systems, nach welchem ich das Buch bearbeiten möchte, hätte ich mir schon gern Ihren gütigen Rat erbeten, aber es war mir in diesem Semester ganz unmöglich, an die Arbeit zu kommen. Der Besuch meines Laboratoriums und meiner Vorlesung, welche ich täglich halte, hat sich so gesteigert, dass ich im Laboratorium neue Plätze einzurichten und mir ein grösseres Auditorium ausser dem Hause zu mieten genöthigt war. So bleibt mir denn fast keine Zeit am Tage, in der ich nicht unterrichte, da ich auch am Abend Privatissima zu geben habe.

Um Ihre Zeit nicht zu sehr in Anspruch zu nehmen, will ich mich in Bezug auf meine heutigen Anliegen möglichst kurz fassen. In erster Linie möchte ich Sie um Ihre schriftstellerische Unterstützung einer populär-wissenschaftlichen Zeitschrift bitten, die eine Anzahl jüngerer hiesiger Docenten herauszugeben beabsichtigt. Der unter Kreuzband beiliegende Entwurf dieser Zeitschrift wird Ihnen den Gedanken, welcher uns bei diesem Unternehmen leitet darlegen und Sie werden daraus zugleich ersehen, dass Fr. Vieweg in Braunschweig sich bereit erklärt hat, den Verlag zu übernehmen.

Sie haben durch Ihre chemischen und landwirtschaftlichen Briefe, die in allen Kreisen der Gesellschaft Wurzel geschlagen haben,

den Boden für wissenschaftliche Lehren so erfolgreich vorbereitet und zugleich den Männern der Wissenschaft den Pflug construiert und die Methode gelehrt, durch welche der Boden, auf dem die wissenschaftliche Bildung erblühen soll. bearbeitet werden muss. Gerade die Erfahrung, dass Ihre Schriften einen so ausserordentlichen Erfolg gehabt und das Interesse für die Wissenschaft so sehr geweckt haben, brachte mich auf den Gedanken, eine Zeitschrift, die im Sinne Ihrer Schriften die verschiedenen Wissenschaften populär zu machen sich aufgabe, müsse ein zeitgemässes Unternehmen sein. Ich theilte diesen Gedanken einigen meiner Collegen mit, die die verschiedenen Wissenschaften hier lehren, er zündete und liess den Entschluss bald zur Reife kommen, denselben zu realisiren. Wir haben uns vor der Hand zu einer Redactionscommission vereinigt, aus welcher zwei Mitgliedern, einem Physiologen, Wundt und einem freisinnigen Theologen, Hausrath die Redactionsgeschäfte übertragen wurden. Einige der hiesigen Professoren, Helmholtz, Bluntschli, Hitzig haben uns bereits ihre Unterstützung zugesagt. Es muss aber im Interesse des Publicums und des Verlages und besonders in unserem eigenen Interesse daran gelegen sein, den Meister in der populär-wissenschaftlichen Darstellung für unser Unternehmen zu gewinnen. Ich erlaube mir daher, Sie gehorsamst zu bitten, uns, wenn Sie mit dem Plane der Zeitschrift einverstanden sind, Ihre Unterstützung zu Theil werden zu lassen, indem Sie uns einerseits mit Ihrer ausserordentlichen Erfahrung auf den rechten Weg geleiten und andererseits so viel es Ihre Zeit erlaubt, durch Ihre überall durchschlagenden und zündenden Darstellungen unserer Zeitschrift Kraft und guten Klang verleihen.

Nun hochgeehrtester Herr Professor habe ich noch ein zweites Anliegen, meine eigene Zeitschrift betreffend. Vor einigen Tagen war ein Beauftragter von W. Braumüller in Wien hier, um mich zu veranlassen, diesem meine Zeitschrift in Verlag zu geben. Man möchte gerne in Oesterreich eine chemische Zeitschrift haben und

es wurde mir deshalb alle mögliche Erleichterung und Unterstützung zugesagt. Ich hatte aber einen anderen Gedanken, der fast zu kühn ist, um ihn auszusprechen, aber ich will es doch wagen. Ich dachte mir nämlich, es sei vielleicht möglich eine Vereinbarung mit Ihren Annalen zu bewerkstelligen, derart, dass meine Zeitschrift unter Ihrer Protection in vieler Beziehung ein Supplement zu den Annalen bilde. Es sollten darin Platz finden 1, kleinere briefliche und vorläufige Mittheilungen, deren rasches Erscheinen von Werth ist, 2, Auszüge aus allen anderen Journalen wenn nöthig und möglich mit Kritik, 3, Buchkritiken.

Ich habe mich in diesem Jahre von Neuem überzeugt, dass es nicht möglich ist für das wissenschaftliche und pharmaceutische Publicum gleichzeitig zu schreiben und habe deshalb das letztere ganz aufgegeben, bis vielleicht einmal eine Zeit kommt, wo meine Ermahnungen bei den Apothekern mehr Gewicht haben, als jetzt. Würde man nun die Zeitschrift als eine wissenschaftliche neben den Annalen oder richtiger gesagt, im Schlepptau der Annalen als Comptes rendus, Repertorium und kritisches Journal erscheinen lassen, so würden alle Leser der Annalen auch diese Zeitschrift halten und andere Repertorien überflüssig werden. Es versteht sich von selbst, dass ich mich im Falle einer solchen Vereinigung bezüglich der Redaction Ihnen vollkommen unterordnen und nach Ihren Wünschen verfahren würde. Ich würde mich sogar gerne dazu verstehen, meinen Namen als Redacteur vollkommen zu unterdrücken, wenn es für die Zeitschrift vortheilhafter wäre.

Entschuldigen Sie, dass ich Ihnen durch meinen langen Brief soviel Zeit wegnehme und verzeihen Sie mir, wenn ich meine Erwartungen zu hoch gespannt habe. Ich gebe Ihnen die Versicherung, dass dieser Gedanke nur aus dem aufrichtigen Streben hervorgegangen ist, das mir Mögliche für die Verbreitung und Ausbildung der Wissenschaft zu leisten. Sie würden mich sehr glücklich machen, wenn Sie mir Ihren Entschluss und Ihren gütigen Rath in Betreff der beiden Zeitschriften mittheilen wollten. Mit Mit grösster Hochachtung empfehle mich Ihnen gehorsamst Erlenmeyer

Brief Nr. VI.

Volhard an Erlenmeyer: München, 25. Februar 1864 (Dt.Mus.

1980-15B/29)

Lieber Erlenmeyer!

Seit meiner Ankunft hatte ich hier so viel zu laufen und suchen nach einem passenden Labor-Local, dass ich noch nicht zum Schreiben gekommen. Nun dieses Geschäft glücklich abgethan will ich auch nicht länger säumen.

Ihre Abhandlung über die chemische Theorie hat mir sehr gut gefallen. Ich bedauerte sehr dieselbe nicht vor Abfassung des beiliegenden Artikels gelesen zu haben; ich würde die klare und einfache Beziehung der sogen. Theorie der mehraffinen Elemente zum Gesetz der multiplen Proportionen sonst sicherlich mit mehr Deutlichkeit hervorgehoben haben als ich that. Erst durch die Vorbereitung für diesen Artikel habe ich mich überhaupt in die neueste Geschichte der Chemie hineingelebt und sind mir während der Arbeit fortwährend neue Talglichter aufgegangen. Es bedarf einer gewissen Verdauungszeit um die zur Vorstellung nöthige Sinnesklarheit zu erlangen. Diese aber habe ich mir nicht gelassen sondern noch mit vollem Magen geschrieben. Sie werden deshalb in meiner Darstellung ein Vorwalten äusserlicher Geschichtsschreibung vor pragmatischer finden; diese und andere Fehler aber hoffentlich damit entschuldigen dass dies die erste derartige Arbeit ist die ich geliefert.

Das Schleimfieber ist eine niederträchtig heimtückische Krankheit; ich bin immer noch nicht bei vollen Kräften, namentlich genirt mich das leichte Ermüden meines kranken Beines.

Ich habe mir eine grosse helle Tischlerwerkstatt gemiethet nebst einigen Zimmern. In der Werkstatt kann ich leicht 25 Plätze einrichten, werde dies auch wenn verlangt thun mich vor der Hand aber mit 12 begnügen. Apropos sagten Sie mir nicht Sie hätten eine kleine Destillirblase überflüssig, die Sie mir gegen Billi-

ges ablassen wollten? Es ist mir wenigstens so was im Gedächtnis, kann mich aber auch irren.

Im Sommer werde ich dann wirklich dies ersehnte Colleg über org. Chemie lesen. Gott gebe seinen Segen und recht viele bezahlende Zuhörer. Ich werde 4 mal von 1/2 12 - 1 Uhr lesen. Da das Semester hier nur 3 Monate dauert und 8 - 10 Vorlesungen Feiertag halber ausfallen, so ist die Zeit gewiss nicht allzuviel. Mit Vorbereitung dieses Collegs und des Laboratoriums wird wohl noch eine geraume Zeit vergehen bis ich wieder an wirkliches Arbeiten nach dem ich mich sehr sehne kommen werde.

Wenn Sie ... Vespertilio ... schreiben grüssen Sie ihn herzlich von mir. Leben Sie wohl und seien Sie begrüsst von

Ihrem J. Volhard

München Karlsstrasse 13/o.l.

Brief Nr. VII.

Erlenmeyer an Liebig; Heidelberg, 13. Oktober 1865 (BSB 3)

Hochgeehrtester Herr Geheimer Rath!

Es sind jetzt ungefähr 2 Jahre, dass ich Ihnen zuletzt über meine Thätigkeit Bericht erstattete. Ich erlaube mir deshalb, Ihnen im Nachfolgenden einige weitere Mittheilungen zu machen. Leider habe ich erst jetzt in den Herbstferien weitere Versuche über die Frage anstellen können, ob die Glycolsäure wirklich in den unreifen Weintrauben vorhanden ist. Ich glaube jetzt unzweifelhaft festgestellt zu haben, dass sie, wenn auch nur in sehr kleiner Menge in den unreifen Beeren vorkommt. Es will mir fast scheinen als spiele sie trotzdem eine sehr wichtige Rolle, besonders scheint sie mir sehr bei der Zuckerbildung betheiligt zu sein.

Ausserdem habe ich Ihnen mitzutheilen, dass einer meiner Practicanten nachgewiesen hat, dass, was Kolbe schon längst annahm, das Gaultheriaöl salicylsaurer Methylaether ist und nicht, wie Gerhard, Cahours und Andere behauptet haben Methylsalicylsäure. Dr. Gräbe hat die wahre Methylsalicylsäure als eine bei 99° schmelzende, Eisenoxydsalze nicht färbende krystallisirte Substanz erhalten. Ich dachte mir, wie die Paraoxybenzoesäure in der Anissäure eine Methylsäure als entschiedene Säure besitzt, so müsste auch für die Salicylsäure eine solche entschiedene Säure existiren. Ein Versuch, den Cahours schon angestellt hatte, bei dem er aber glaubte nur Salicylsäure bekommen zu haben ergab die Methylsalicylsäure. Es bleibt jetzt noch übrig, die Methyloxybenzoesäure darzustellen.

Wir haben noch manchen recht interessanten Versuch gemacht, mit deren Mittheilung ich Sie aber nicht langweilen will, zumal da sie in Ihren Annalen erscheinen werden.

Wie Ihnen mein Freund Clemm schon mittheilte, habe ich mit der Winter'schen Verlagshandlung einen neuen Vertrag abgeschlossen,

nach welchem ich ein Lehrbuch der organischen Chemie nur unter meinem Namen herausgebe. Wenn ich Sie nicht zu sehr damit belästige, bin ich so frei, Ihnen vor Beginn des Drucks die Disposition mitzutheilen und Sie um Ihre Kritik zu bitten. Nach diesem kurzen Bericht, komme ich hochgeehrtester Herr Geheimer Rath auch noch mit einer Bitte. Sie waren früher so gütig, mir zu gestatten, dass ich mich bei Vorkommen einer Vacanz an irgend einer nicht bayrischen Universität, auf die ich reflectiren zu können glaube, an Sie wenden und mir Ihre Empfehlung erbitten dürfe. In diesem Augenblick ist die Professur in Marburg vacant. Kolbe ist vom Ministerium aufgefordert worden, eine Anzahl von Chemikern vorzuschlagen. Er war so gütig mich in erster Linie zu nennen. Da aber nun von anderer Seite, alle möglichen Mittel angewendet werden, mich zurückzudrängen, so glaube ich von Ihrem freundlichen Anerbieten Gebrauch machen zu sollen.

Ich gestehe zu, dass unter den anderen Candidaten viele sind, die an ausgespitzten experimentellen Arbeiten mehr geliefert haben, als ich, aber sie sind auch sämtlich in günstigeren Verh^{*} Keiner von Allen hat soviel Zeit

zu verwenden gehabt und ich ka

haupten keiner hat je so viele Practicanten gehabt, als

zu überschätzen bin ich überz

ähnlichen günstigeren Verhält

leisten können, als bisher.

dass bei einer Universität wie

bedeutend die Lehrtätigkeit in Betracht kommt.

Es ist mir nicht um die höhere Ehrenstellung der ordentlichen

Professur und nicht um hohen Gehalt zu thun; das ist mir die

Hauptsache, dass ich ein vom Staate fundirtes Laboratorium

bekomme und dabei soviel Autorität gewinne, dass ich meiner Lehr-

methode beim ersten Unterricht der Chemiker, die ich trotz der

verschiedenen Gegenansichten mit Kolbe für die allein richtige

halte mehr Eingang verschaffen kann.

Darf ich Sie gehorsamst bitten, ein Wort der Fürsprache für mich einzulegen? Es ist zwar im Augenblick nur ein Stellvertreter des Ministers des Inneren in der Person des Geh. Raths Harbordt (?) in Kurhessen, aber ich weiss, dass hauptsächlich der Referent für Universitäts- und Schulangelegenheiten, Regierungsrath Lotz in Cassel die Entscheidung zu geben hat. Ihnen, hochgeehrtester Herr Geheimer Rath habe ich soviel von meinem Wissen und meinem ganzen Können zu danken, dass ich doppelt glücklich sein würde, wenn ich Ihrer gütigen Fürsprache auch eine für mein Streben günstigere Stellung zu danken hätte. Verzeihen Sie, dass ich Sie so sehr belästige. Mit der Versicherung grösster Hochachtung empfehle ich mich Ihnen als Ihr dankbarster Schüler

Erlenmeyer

* Brief beschädigt

Brief Nr. VIII.

Erlenmeyer an Kekulé: Heidelberg, 20. August 1867 (Darmstädter
Nachlaß)

Lieber Kekulé!

Wie mir Landolt neulich sagte, - er war auf seiner Durchreise in die Schweiz einen halben Tag hier - haben Sie die erste Lieferung meines Lehrbuchs schon gesehen. Ich habe meinem Verleger den Auftrag gegeben, dass er Ihnen ein Exemplar per Post schickt. Davon bin ich überzeugt, dass Ihnen Vieles darin, vielleicht das Ganze nicht gefällt. Man kann aber nicht Allen gerecht werden. Ich habe das Buch gerade so angelegt, weil ich durch meine Vorlesung die Erfahrung gemacht habe, dass man die Anfänger in dieser Weise am leichtesten in die organische Chemie einführt. Das Lehrbuch soll den Umfang von dem Goupil'schen ungefähr bekommen, also ein kleines Lehrb. bleiben. Sie können danach wohl berechnen, dass ich nicht alle Verbindungen so ausführlich behandeln kann wie die Monocarbonide. Doch mündlich mehr davon. Vielleicht sehen wir uns in Frankfurt, wohin Sie, wie ich höre, jedenfalls kommen, ich vielleicht! Bezüglich der Marburger Affaire muss ich Ihnen zu meiner Entschuldigung sagen, dass ich von verschiedenen Seiten gehört hatte, Sie hätten geäußert, Carius sei nur durch Sie dorthin gekommen. Andererseits wussten Sie aber doch, dass ich die Stelle sehr gerne gehabt hätte. Das waren die Prämissen zu meiner Äusserung in meinem letzten Brief. Heute komme ich nochmals auf die Bonner Stelle des pharmac. Chemikers zurück, indem ich Ihnen zu bedenken gebe, ob es nicht doch zweckmässiger, den gegenwärtig noch obwaltenden Verhältnissen entsprechender wäre, neben den beiden Chemikern und neben dem chemischen Laboranten einen Pharmaceuten ans pharmaceutische Laboratorium anzustellen. Es kann gar nicht ausbleiben, dass das Studium der Chemie von Seiten solcher, die nicht Pharmaceuten waren oder sind, abnimmt. Die Laboratorien und Auditorien werden

dann wesentlich von Pharmaceuten besetzt werden. Sie müssen dann in Bonn mit den Universitäten concurriren, die pharmac. Examinationscommissionen haben. An allen hier in Betracht kommenden Hochschulen ist aber mehr für die Pharmaceuten gesorgt, als es bisher in Bonn der Fall war und besonders der Fall sein wird, wenn kein Pharmaceut angestellt wird. Trotzdem, dass ich fast die Hoffnung aufgegeben habe, für den wirklich eintretenden Fall einer Anstellung berufen zu werden, weil Mohr im Wege sitzt, so gebe ich Ihnen doch den Rath, dafür zu sorgen, dass durch die Einrichtung eines pharmac. Lehrstuhls und Laboratoriums möglichst viele Pharmaceuten nach Bonn gezogen werden. Solange das Studium der Chemie in der bisherigen Weise noch anhält, wird es nicht lange dauern, bis Ihr Laboratorium überläuft. Der Überfluss muss dann wieder abziehen. Landolt sagte mir, dass neben dem Bergmann'schen Laboratorium ein Raum frei würde, den könnte man ja hinzu nehmen und soweit einrichten, als es das Bedürfnis erheischt. Sapienti sat. Nur noch Eines bezüglich meiner Vorzüge vor Mohr. Ich habe längere Zeit ein Laboratorium geleitet, Mohr nie! Ich bin mit der neueren Richtung in der Chemie bekannt, Mohr nicht. Ich bin jung, Mohr alt. Ich bin eine verträgliche Natur, Mohr lebt mit aller Welt im Hader.

Mit besten Grüßen

Ihr alter Freund Erlenmeyer.

Soeben erhalte ich Ihre III. 1. Lieferung, besten Dank dafür!

d. O.

Brief Nr. IX.

Schweizer an Erlenmeyer: Karlsruhe, 2. Oktober 1867

(Dt.Mus. 1968-571)

Hochgeehrter Herr Professor.

Für die gütige Mittheilung Ihres Lehrbuchs der organischen Chemie bin ich sehr verbunden und zu Dank verpflichtet. Es ist schon einige Wochen her, dass ich dasselbe mit aller Aufmerksamkeit gelesen, und dabei Ihren grossen Fleiss und Scharfsinn, so wie die Klarheit der Darstellung bewundert habe. Solche nachhaltige Angriffe müssen auf das grosse Geheimnis der Atome geführt werden, wenn dieses wichtige wissenschaftliche Ziel der Physik und Chemie endlich erreicht werden soll. Der Weg, den die organische Chemie geht, liefert eine Menge an Bausteinen, die der mathematischen Ausbildung der Atom- und Aetherlehre durchaus nothwendig sind, weniger jedoch um damit zu bauen, als vielmehr unter den mathematischen Hypothesen, welche noch ganz andere Dinge als chemische Verhältnisse beleuchten sollen, diejenigen auszuwählen, welche auch für die von der Chemie gelieferten Thatsachen passen, und diejenigen nicht weiter zu verfolgen, welche sich damit nicht vereinigen lassen. Und das ist schon viel, sehr viel bei der jetzigen Lage des Wissens.

Es that mir recht leid, dass mir die Möglichkeit abgeschnitten wurde, nach Frankfurt zu gehen und Sie dort herzlich zu begrüßen. Ich hoffe jedoch im Laufe des Spätjahres noch so viel Zeit zu finden, um Ihnen in Heidelberg noch persönlich danken zu können. Mit aller Hochachtung und Verehrung verbleibe ich

Ihr ergebenster Schweizer

Brief Nr. X.

Erlenmeyer an Liebig; Heidelberg, 10. April 1868 (BSB 6)

Hochgeehrtester Herr Geheimer Rath!

Es interessirt Sie gewiss, zu erfahren, dass es mir gelungen ist, das Guanidin durch directe Vereinigung von Ammoniak mit Cyanamid zu erzeugen. Ich habe auch schon das zwischen dem Guanidin und dem Melanilin in der Mitte stehende Phenylguanidin dargestellt und bin eben mit der Bildung des Methyluranins beschäftigt. Aus diesem hoffe ich durch Monochloressigäther das Kreatin aufzubauen. Vielleicht gelingt es mir auch das Xanthin und Guanin zusammenzusetzen.

Die Spaltung der Harnsäure mit Salzsäure in Glycocoll, Salmiak und Kohlensäure, welche Strecker kürzlich mitgetheilt hat, habe ich schon vor 2 Jahren ausgeführt, aber sie passte mir nicht in meinen Gedankengang, deshalb habe ich sie nicht publicirt. Ich dachte mir nämlich, es müsse möglich sein, eine regelmässige Anatomie der Harnsäure durch stufenweise Einführung der Wasserbestandtheile zu bewerkstelligen. Ich habe auch die Hoffnung noch nicht aufgegeben, wenigstens denke ich direct Uramil aus der Harnsäure zu bekommen, zumal da ich der festen Überzeugung bin, dass dessen Bildung derjenigen des Glycocolls vorausgeht. Die Bearbeitung des Lehrbuchs, welche ich Ihrer Güte verdanke, hat mir eine grosse Zahl von Ideen gegeben, die ich gerne realisiren möchte. In einer besseren Stellung würde ich wenigstens einen grösseren Theil, als in der gegenwärtigen in Angriff nehmen können.

In Carlsruhe hat sich, wie ich höre, das Professorencollegium in erster Linie für Lothar Meyer entschieden und es will dem Ministerium nur einen Chemiker vorschlagen. Es fragt sich nun, ob der Minister Jolly mit einem Vorschlag zufrieden ist und zwar mit dem Vorschlag eines Chemikers, der vorzugsweise in der mathematisch-physikalischen Richtung gearbeitet hat und ob er es

nicht vorzieht, einen Mann zu wählen, der auch in der Leitung eines Laboratoriums geübt ist, Experimentalvorlesungen gehalten und selbst experimentell-chemisch gearbeitet hat, was doch für den vorzugsweise experimentellen chemischen Unterricht an einem Polytechnicum in erster Linie in Betracht gezogen werden sollte. Leider kann ich selbst nichts dazu thun, dass das Ministerium diesen Punkt in Erwägung zieht. Ich habe aber noch die Hoffnung, dass der Minister seinen Bruder in München, der ja bei der Ausarbeitung des Planes für das Münchener Polytechnicum mitgewirkt hat und deshalb die Bedürfnisse einer derartigen Anstalt genau kennt, um Rath fragt.

Wenn Sie es erlauben, so theile ich Ihnen von Zeit zu Zeit, die Ergebnisse meiner Untersuchungen mit. Die zweite Lieferung des Lehrbuchs, die eben fertig geworden ist, werde ich Ihnen bald zusenden können.

Mit der grössten Hochachtung empfiehlt sich Ihnen bestens

Ihr dankbarer Schüler Erlenmeyer

Brief Nr. XI.

Erlenmeyer an Liebig; Heidelberg, 9. Mai 1868 (BSB 7)

Hochgeehrtester Herr Geheimer Rath!

Beifolgend habe ich die Ehre, Ihnen die zweite Lieferung meines Buches zu überreichen.

Darf ich Sie wohl bitten mir Ihren güthigen Rath nicht vorzuenthalten in Bezug auf die Fleischextractangelegenheit, wegen deren ich Sie schon mehrmals belästigte.

Es versteht sich ganz von selbst, dass ich mich nur unter der Bedingung überhaupt auf Untersuchungen einlasse, dass der Extract nicht mehr Extract. carnis Liebig genannt wird.

Sollte ich überhaupt die Untersuchungen übernehmen? Wieviel darf ich für jede Untersuchung rechnen? Und wie kann ich mich versichern, dass kein Extract verkauft wird, das ich nicht untersucht habe?

Wenn es Ihnen nicht zu viel Mühe machte, so möchte ich Sie recht sehr bitten, mir über diese drei Punkte Ihre Antwort mittheilen zu wollen.

Mit vorzüglicher Hochachtung empfiehlt sich Ihnen bestens

Ihr dankbarer Schüler Erlenmeyer

Brief Nr. XII.

Winter'sche Verlagshandlung an Erlenmeyer; Leipzig, 17.3.1868

(Dt.Mus. 1868-474/1)

Sehr geehrter Herr Professor!

Unterm 4. Januar d.J. haben wir uns erlaubt bei Ihnen anzufragen, wann wohl der Druck Ihres Lehrbuchs der org. Chemie wieder aufgenommen werden könne. Wir sind bis heute ohne jede Antwort von Ihnen geblieben, was der Vermuthung Raum giebt, unser Brief vom 4. Januar möchte verloren gegangen sein.

Indem wir uns nun die Freiheit nehmen, unsere Anfrage hiermit zu wiederholen, dürfen wir wohl auf recht baldigen Empfang Ihrer geneigten Rückäusserung rechnen und empfehlen uns Ihnen mit ausgezeichnete Hochachtung

ergebenst C. F. Winter'sche Verlagshandlung

Brief Nr. XIII.

C. Winter an Erlenmeyer; Heidelberg, 9. April 1869 (Dt.Mus.

1968-474/2)

Geehrter Herr Professor!

Mit Dank für Ihren freundl. Brief sende ich Ihnen anliegend die gewünschte 11. und 12. FF (Anmerkung: Folge) des Supplementbandes v. Gmelin. Es bleiben Ihnen danach noch 30" gut. Im Herbst hoffe ich Ihnen den Schluss und Register zum Handbuch senden zu können. Von den ersten 3 Bänden (anorganische Chemie) wird bald eine neue Auflage nöthig. Sind Sie vielleicht geneigt sich bei der Neubearbeitung zu betheiligen? Ganz umgearbeitet muss eigentlich nur die I. Hälfte des 1. Bandes die theoret. Chemie werden. Das ist das Schwierigste. Die anderen Abtheile brauchen nur Ergänzung und Fortführung. Wir werden dies Mal die Vorbereitungen so treffen, dass die ganze anorganische Chemie schnell hintereinander erscheinen kann.

Sie suchten früher einmal einzelne Hefte oder Jahrgänge der Annalen. Ich bin wieder im Besitz von Mehreren. Schreiben Sie mir was Ihnen fehlt, vielleicht kann ich Ihnen aushelfen.

Was macht Ihr Buch? Erscheint die Fortsetzung bald?

Ihre guten Wünsche in Betreff der Familienfreuden sind noch nicht in Erfüllung gegangen. Doch wir haben Hoffnung.

Auf der Kegelbahn werden Sie wenig verändert finden, ausser dass es keine Stein- oder Sandbahnen sondern nur noch Asphaltbahnen gibt.

Alle erwidern Ihre Grüsse wie speciell

Ihr ergebener C. Winter

Brief Nr. XIV.

Winter'sche Verlagshandlung an Erlenmeyer; Leipzig, 9.8.1869

(Dt.Mus. 1968-474/3)

Sehr geehrter Herr!

Bezugnehmend auf unser Ergebenes vom 25. März d.J. erlauben wir uns hiermit bei Ihnen anzufragen, ob wir demnächst wieder auf den Empfang eines Manuscripts zu Ihrem "Lehrbuch der organischen Chemie" rechnen dürfen. Wir möchten die Buchdruckerei rechtzeitig davon in Kenntnis setzen können, damit es bei Wiederaufnahme des Druckes nicht an geeigneten Arbeitern fehlt.

Ihrer gütigen Rückäußerung gewärtig empfehlen wir uns Ihnen mit vorzüglicher Hochachtung

Ihre ergebenste C. F. Winter'sche Verlagshandlung

Brief Nr. XV.

Winter'sche Verlagsandlung an Erlenmeyer; Leipzig, 3.2.1870

(Dt.Mus. 1968-474/4)

Sehr geehrter Herr Professor!

Hiermit sagen wir Ihnen Dank für Ihre gefällige Zuschrift, in welcher Sie uns darlegen, wie mannichfache Hindernisse sich der Fortsetzung Ihres Lehrbuchs der organischen Chemie entgegen gestellt haben. Es ist dadurch unsere eigene Ansicht bestätigt worden, dass nur ganz besondere Gründe, wie Ueberhäufung mit anderen Arbeiten und dergleichen, die Veranlassung zu der bisherigen Beiseitelegung des Lehrbuchs bilden könnten. Dass wir dessen ungeachtet einige Male den Wunsch, unser Unternehmen weitergeführt zu sehen, gegen Sie ausgesprochen haben, war eine geschäftliche Pflicht, welche Sie uns gewiss auch nicht übelgedeutet haben werden. Nach Ihren gütigen Auseinandersetzungen werden wir nun nicht weiter drängen, rechnen aber darauf, dass im Laufe des Sommers oder Herbstes der Druck des Werkes wieder aufgenommen und alsdann rüstig fortgesetzt werden kann.

"Will, Jahresbericht 1867 I" haben Sie von uns s. Z. erhalten, und ist die Fortsetzung dazu nun für Sie bestellt worden. Von "Kolbe Chemie" empfangen Sie zuletzt II_{II} 2. Auch zu diesem Werke haben wir die Fortsetzung verschrieben.

Mit ausgezeichnete Hochachtung

Ihre ergebenste C. F. Winter'sche Verlagshandlung

Brief Nr. XVI.

Victor Meyer an Erlenmeyer; Stuttgart, 6. Januar 1871

(Dt.Mus. 1968-243/3)

Verehrtester Herr Professor!

Endlich komme ich zur Beantwortung Ihres freundlichen Briefes, für den ich Ihnen zunächst herzlichen Dank sagen will. Wie es so mit Briefen geht, die man sich vornimmt sofort zu beantworten, habe ich diesmal recht erfahren. Bald nach Empfang Ihres Briefes reiste Fehling auf mehrere Wochen nach Berlin so dass ich natürlich hier ausserordentlich viel zu thun bekam. Ich verschob also meinen Brief auf die Weihnachtsferien, wo ich nach Berlin ging und ausserordentlich viel Zeit zu haben hoffte. Aber o Täuschung, vor lauter Bummeln, Gesellschaften, Tanzen, Weihnachtstagen usw. wurde nun erst recht nichts daraus!

Aber die heutige Gelegenheit, (Festtag, wenn ich nicht irre 3 Könige) soll nicht vorüber gelassen werden. Zuerst will ich Ihnen erzählen, dass es mir hier in Stuttgart sehr gut gefällt und ich daher ganz vergnügt bin. Ich arbeite munter im Laboratorium und es geht auch ganz gut, wie Sie bald aus den Berichten der chem. Gesellschaft sehen sollen. Eine grosse Freude für mich hier ist die Anwesenheit Ihres Hell, der ein ganz prächtiger Kerl ist und mit dem ich äusserst angenehm lebe. Er ist meine Hauptbezugsquelle für chemische Unterhaltung, die ich sonst vielleicht öfters vermissen würde.

Mit lebhafter Freude gehe ich auf Ihr Anerbieten zu einem Rendez-vous im Frühjahr ein, und bitte ich Sie dann, mir Zeit und Ort bestimmen zu wollen, jedenfalls wohl in den Osterferien, wo wir ja beide am besten Zeit haben. - Ihre Akademierede mit angehängter Kritik der Kolbeschen Ansichten habe ich mit grossem Interesse gelesen, und ich brauche Ihnen nicht erst zu sagen, dass ich mit Ihren Anschauungen bis aufs Kleinste übereinstimme. Da Sie mich zu ganz unumwundener Kritik auffordern, so will ich

gestehen, dass einiges Wenige an der Form mir nicht ganz zusagt, so z.B. die Fussnote auf S. 32, namentlich gerade Kolbe gegen-über. Kolbe's etwas sarkastische Kritik der Schneider'schen Abhandlung über die Olene scheint mir nicht so ganz unmotivirt; denn im Verhältnisse zu dem - faktisch doch ziemlich kleinen - experimentellen Inhalte dieser Abhandlung macht die unabsehbare theoretische Einleitung mit den riesigen (räumlich) Formeln den Eindruck einer langen Schleppe wo keine Dame vorhanden ist, der sie passt. Hoffentlich nehmen Sie meine Offenheit zu der Sie mich ja aufgefordert haben, nicht übel.

Mit grosser Freude begrüsse ich die Änderungen, die Sie in den Annalen anbringen. Diese sind auch für mich ein kleiner Triumph, denn ich war es, der in Berlin die Gründung eines neuen Journals zu Falle brachte, indem ich darauf hin wies, dass die Uebelstände bei den Annalen leicht von Ihnen würden abgeschafft werden können. Damals wurde ich aufs heftigste bekämpft, heut sieht wohl jedes Kind, dass ich Recht hatte, denn Alles, was man wünschen konnte ist nunmehr erreicht. - Was sagen Sie zu Kolbe's Austritt aus der chem. Gesellschaft?!

Darf ich mir noch eine Anfrage erlauben? Vielleicht kennen Sie aus der Literatur einen jungen Chemiker namens O. Wallach. (Hübner und Wallach über Bromtoluol etc. Einwirkung von Chloral auf Anilin.) Er ist ein guter Bekannter von mir, wünscht sich zu habilitiren und weiss nur nicht recht wo. Ich rieth ihm schon zu Marburg, dort sind aber zu wenig Studenten, dann zu Strassburg, was vielleicht gegenwärtig am meisten gerathen ist. Ich denke aber auch ferner an München, da dort an der Universität meines Wissens gar kein Privatdocent ist. Vielleicht sind Sie so freundlich und schreiben mir - ganz gelegentlich - wenn Sie einmal freie Zeit haben, ein paar Worte, was Sie darüber denken, ob ich ihm rathen soll, sich in München zu melden. Nun leben Sie recht wohl lieber Herr Professor und seien Sie herzlichst gegrüsst von Ihrem ganz ergebenen Victor Meyer

Brief Nr. XVII.

Baeyer an Erlenmeyer; Berlin, 22. Juni 1871 (Dt.Mus. 1867-42/3)

Liebes Erlchen

Das Protokoll der Generalversammlung, welches am nächsten Montag herauskommt, lautet etwa folgendermassen:

Der Präsident verliest die Einladung zur Generalversammlung und erklärt der Vorstand habe es für wünschenswerth gehalten eine für die Gesellschaft so wichtige Angelegenheit einer nochmaligen Prüfung zu unterwerfen und bitte daher die Diskussion bis auf Weiteres zu vertagen. Da die Gesellschaft hierzu ihre Genehmigung erteilt erklärt der Präsident den sonst noch vorliegenden Antrag von Graebe und Genossen für erledigt und spricht den Schluss der Generalversammlung aus.

Sie sehen hieraus, dass die Sache vorläufig ad acta gelegt ist und werden wie ich hoffe mit diesem Resultate zufrieden sein. Ganz unverständlich ist mir in Ihrem Briefe der Passus über das Gift. Bin ich denn eine Klapperschlange? Und welchen Grund sollte ich haben auf Sie böse zu sein? Sie sind immer freundlich zu mir gewesen, und ausserdem sind wir soviel ich weiss niemals weder wissenschaftlich noch literarisch an einander gerathen. Wenn ich Ihnen selten geschrieben habe so rührt das nur von meiner Gewohnheit her überhaupt keine Briefe zu schreiben, ein anderes Motiv ist nicht vorhanden gewesen. Ich habe auch immer geglaubt, dass Sie in der alten Weise sich Beos erinnern würden, ebenso wie ich oft an Erlchen und seine Schwänke zurück denke. In Ihrem ersten Briefe sprechen Sie den Wunsch aus die Ansichten der Leute über die Annalen zu hören. Ich komme dem nach, selbst auf die Gefahr hin Sie böse zu machen, weil ich glaube Ihnen möglicher Weise doch etwas nützen zu können. Die Wünsche sind im Wesentlichen:

- 1) Keine Supplementbände
- 2) Rasche Publikation

- 3) Sofortige Zusendung der Separatabdrücke
- 4) Keine Anmerkungen von Seiten der Redaktion
- 5) Möglichst reservierte Haltung der Redakteure in Bezug auf eigene Publikationen und Schülerarbeiten.

Punkt 4) und 5) sind etwas delikater Natur aber ich glaube, dass gerade diese einigen Chemikern Veranlassung zu Befürchtungen gegeben haben. Man hat z.B. den theoretischen Theil der Arbeit von Schneider etwas zu lang gefunden. Ich würde es in der jetzigen Situation für weise halten, Ihre eigenen Publikationen möglichst auf Thatsachen zu beschränken und nur die aller-nöthigsten theoretischen Auseinandersetzungen daran knüpfen. Für theoretische Speculationen und Formelaufstellungen würde ich an Ihrer Stelle ein anderes Journal z.B. das Hübner'sche oder unsere Berichte wählen. Glauben Sie nicht etwa, dass ich pro domo spreche, ich bin überzeugt, dass eine solche Haltung die beste Aufnahme finden würde und dass das Publikum vollständig zufrieden sein würde, wenn es sieht, dass die Annalen ein Archiv der Fundamentalarbeiten ist, ohne dass es von Seiten der Redaktion als ein bequemes Publikationsmittel für unfertige oder vorläufige Mittheilungen gebraucht wird.

Erhalten Sie den Annalen diesen Charakter und suchen Sie ihn wo möglich noch weiter auszuprägen, so werden Sie meiner Überzeugung nach binnen Kurzem alle missgünstigen Stimmen zum Schweigen bringen.

Seien Sie mir wegen meiner Offenheit nicht böse und empfehlen Sie mich bestens Ihrer Frau Gemahlin und Liebig.

Mit bestem Gruss Ihr Beo.

Matthäuskirchstr. 23

Brief Nr. XVIII.

Erlenmeyer an Kolbe; München, 28. Juni 1871 (Dt.Mus. 3551)

Werther Herr College!

Es thut mir sehr leid, dass Sie auch nur versuchsweise von mir die Meinung haben können, ich sei beleidigt wegen Ihrer Abhandlung über die Structurformeln. Ich habe Volhard oft gesagt, ich muss doch endlich Kolbe schreiben, aber da ich Ihnen ausführlicher schreiben wollte und dazu niemals die nöthige zusammenhängende Zeit fand, so unterblieb es ganz. Ich sehe ein, dass es eine Ungezogenheit ist, Ihnen auf 2 Briefe nicht zu antworten und bitte deshalb um Verzeihung.

Über die Structurformeln will ich Ihnen nun heute nicht schreiben, da es mir an Zeit gebricht. Sobald ich meine Rede in der Academie gehalten habe, werde ich Ihnen eine ganze Abhandlung schreiben, die Sie hoffentlich überzeugen wird, dass Ihre Formeln keine anderen sind als die meinigen, dass höchstens dann ein Unterschied zwischen unseren Formeln ist, wenn wir verschiedener Ansicht über die Constitution selbst sind. Wenn ich es irgend machen kann, dann komme ich im Herbst nach Leipzig. Schöner wäre es, wenn Sie früher können, dann könnten wir uns in einer mündlichen Unterhaltung von 2 bis 3 Stunden vollkommen verständigen. Heute also nichts mehr über diese Frage!

Sie schrieben Volhard, dass es eine Anzahl Chemiker, Kekulé an der Spitze verdriesse, dass ich in die Redaction der Annalen aufgenommen worden sei; Kekulé habe dies offen gegen Sie ausgesprochen. Dass ich eine grosse Zahl an Feinden unter den Chemikern habe, das weiss ich längst, und es genirt mich persönlich nicht im Geringsten. Dass nun aber mein Eintritt in die Red. der Annalen Veranlassung zum Ruin dieses Journals geben soll, das ist mir im höchsten Grade unangenehm, wohlverstanden, nicht meinethwegen, sondern des Journals und der bisherigen Redaction, besonders Liebigs wegen.

Wenn Kekulé seinen Verdruss offen gegen Sie ausdrückt, dann kann dieser nicht seinen Grund in dem einfachen bei den Chemikern weitverbreiteten Neid haben. Kekulé muss Ihnen einen bestimmten anderen Grund angegeben haben und diesen Grund verehrter Herr College müssen Sie mir mittheilen, auch selbst dann, wenn Sie glauben er sei für mich verletzend. Ich kann mir nicht anders denken, als dass Kekulé mit seinen Parteigenossen der Ansicht ist, es sei eine Herabwürdigung des ersten chemischen Journals, dass ein Stern 4^{ter}, 5^{ter} Grösse in die Redaction aufgenommen werde, die bisher nur von Sternen 1^{ter} Grösse geführt worden sei. Das muss seine Ansicht bezüglich der äusseren Verhältnisse sein, bezüglich der inneren muss er dann annehmen, ich sei unfähig die Annalen zu redigiren, specieller ich sei unfähig, die einlaufenden Abhandlungen zu beurtheilen und deshalb unfähig zu entscheiden, ob sie in die Annalen aufzunehmen seien oder nicht. Wenn das wirklich Kekulés Ansicht ist und dieselbe noch weiter unter dem chemischen Publicum verbreitet ist, so wäre das für mich wieder vollkommen gleichgültig aber keineswegs gleichgültig für die Prosperität der Annalen und es wäre meine Pflicht die entsprechenden Schritte zu thun. Ich selbst habe immer das Gefühl, das freilich noch nicht ganz zum Bewusstsein gereift ist, dass ich nicht fähig sei, meinen Posten auszufüllen und ich hätte auch nie daran gedacht, drum zu candidiren, wenn ihn Liebig mir nicht angeboten und übertragen hätte. Wenn also die öffentliche Meinung mich für unfähig hält, den Posten zu verwalten, dann erfordert die Politik, dass ich abdanke und das wird mir gar nicht schwer werden.

Es kann noch einen anderen Grund des Unmutes geben, der für die Red. d. Annalen weniger gravirend ist und der mit Leichtigkeit zum Schweigen gebracht werden kann. Es wäre nämlich noch möglich, dass die Herren fürchteten, ich würde wie ich das früher bei meiner Zeitschrift wohl gethan habe, die Annalen als Locus für die Auswurfstoffe meines Hirnkastens und Laboratoriums und zwar

ganz besonders für die halbverdauten benutzen und würde die Abhandlungen anderer benutzen, um sie mit halbverdauten Redactionsbemerkungen zu besudeln. Diese Meinung wäre weniger schlimm für die Annalen, als die obrige. Abgesehen davon, dass die Leute nicht beachtet haben, dass es mir niemals einfiel, zu einer Originalabhandlung eine Bemerkung zu machen, sondern immer nur zu solchen Abhandlungen, die ich anderen Journalen entnommen hatte, so würde es mich im Interesse der Sache keine Überwindung kosten, die sämtlichen Referate mit derselben trockenen Objektivität abzufassen, wie es Kopp bisher gethan hat. Im übrigen bin ich nicht mehr so heissblütig, dass ich gleich jeden Gedanken, der mir durch den Schädel fährt und wenn er auch ein typischer wäre, typographiren lasse. Vorläufige Notizen würde ich nicht in den Annalen, sondern in den Berliner Berichten publiciren. Sei nun der Grund des Verdrusses der erste für die Annalen schlimmere oder der letztangeführte, so bitte ich Sie inständigst, mir denselben ohne alle Reservation mitzutheilen. Ehe ich mich gekränkt fühle über eine solche Eröffnung oder über irgend einen Angriff auf meine Fähigkeiten, neue Ansichten etc., da muss ich schon meine ganze Natur und Denkweise ändern. Das können Sie sich auch bezüglich Ihrer Meinung, ich sei beleidigt wegen Ihrer Bemerkungen über die Formel des Diamylens, die nebenbei bemerkt von mir aufgestellt ist, für jetzt und alle Zukunft merken. Es ist gewiss Niemand leichter und lieber bereit, einen Irrthum einzusehen und einzugestehen, als ich, wenn Gründe dagegen von andern oder von mir selbst gefunden werden. Ich dünkte, das hätte ich früher in meiner Zeitschrift, der ich soviel Wissen und soviel Feinde zu danken habe oft genug bewiesen. Wie ich andere kritisirt habe, so habe ich mich selbst kritisirt und ich kann sagen, dass ich auf keine meiner Eigenthümlichkeiten so stolz bin, als auf die, dass ich an mich selbst immer die schärfste Kritik anlege und dass ich deshalb auch die Kritik eines Anderen nicht bloss ertragen kann, sondern sie immer dankbar entgegen-

nehme. Ich erlaube mir sogar die Überzeugung zu haben, dass wenn alle Chemiker dieselbe Eigenthümlichkeit hätten, unsere Wissenschaft schon weiter fortgeschritten wäre, als dies unter dem beständigen reibenden Druck der Persönlichkeiten möglich ist. Also bitte ich Sie nochmals, ohne Rückstand mir alles vor die Stirn zu destilliren, was Sie selbst und was andere meinen ob des Verdrusses, welchen ich in die Annalen hineinbringe. Ich bin bereit abzdanken, bereit zu schweigen, wenn es das gedeihliche Fortbestehen der Annalen erheischt. Zu allem dem würde ich mich nicht verstehen, wenn ich selbst eine Zeitschrift gegründet hätte. Es wäre für Liebig das grösste Herzeleid, wenn er den Rückgang, vielleicht Untergang der Annalen erleben müsste und ich müsste mir natürlich die bittersten Vorwürfe machen, wenn ich die Schuld daran trüge.

Da ich gerne auf die grosse Ehre verzichte zu der Red. der Annalen zu zählen, wenn meine Ehre den Annalen zur Unehre gereicht, so bitte ich Sie inständigst zum drittenmal schenken Sie mir reinen Wein ein.

In der Hoffnung, recht bald von Ihnen Nachricht zu bekommen will ich noch wegen der Bunsenbüste bemerken, dass ich auch mit Liebig darüber gesprochen habe. Er meinte der Preis sei zu hoch für die Privatleute und er glaube nicht, dass die nöthige Zahl von Instituten auf derartige Decoration eingerichtet sei. Ich würde es wohl möglich machen können, ein Exemplar zu nehmen und würde auch wohl einen passenden Platz dafür ausfindig machen. Leichter wäre es freilich, wenn der Preis nur halb so hoch wäre.

Mit unveränderter Hochachtung und Freundschaft

Ihr Erlenmeyer

Brief Nr. XIX.

Victor Meyer an Erlenmeyer; Stuttgart, 19. Oktober 1871

(Dt.Mus. 1968-243/6)

Verehrter Herr Professor!

Erlauben Sie mir, Ihnen beiliegend eine Arbeit von Ascher zu senden, mit der Bitte, sie in die Annalen aufzunehmen.

Ich schreibe Ihnen heute schon von meinem neuen Wohnsitz Stuttgart, woselbst ich seit gestern mein Lager aufgeschlagen habe. Ich weiss nicht ob Sie schon davon gehört haben, dass ich jetzt hier am Polytechnicum Professor geworden bin, für theoretische und organische Chemie, die ich lese und praktisch im Fehling'schen Laboratorium vertrete.

Ich gebe mich der Hoffnung hin, dass die grössere Nähe unserer Aufenthaltsorte mir eher Gelegenheit geben wird, als bisher, persönlich mit Ihnen zusammenzukommen, und den von Heidelberg her altgewohnten Verkehr im persönlichen Ideenaustausch einiger-massen wieder aufzufrischen. Zu meiner Freude habe ich soeben von Ihrem bisherigen Assistenten Hell erfahren, dass es Ihnen persönlich gut geht und dass der Zudrang der Studirenden zu Ihrem Laboratorium ein so kolossaler ist, dass Sie das bisher Stölzl'sche Laboratorium dazugenommen haben. Ich bedauerte recht sehr, Sie nicht in Rostock getroffen zu haben, es war dort recht gemüthlich; mit Ihrem Herrn Bruder aus Bendorf war ich häufig zusammen. Ich danke Ihnen noch für die so schleunige Publication meiner mit Ador zusammen ausgeführten Arbeit in den Annalen; wie mir Hell erzählt bereiten Sie grosse Umwälzungen in dem Erscheinen der Annalen vor, die namentlich die Beschleunigung des Erscheinens der Abhandlungen und die Abschaffung der Supplement-hefte bezwecken; diese Umwandlungen werden sicher allseitig mit grosser Freude als ein wesentlicher Fortschritt begrüsst werden. Vorgestern besuchte ich in Leipzig Kolbe, der mir eine Schrift: "Moden der modernen Chemie" dedizierte; haben Sie dieselbe schon

gelesen? Sie bekommen darin auch in einer Fussnote einen Seitenhieb, (S.21), der mich neugierig macht, das Motiv desselben, Ihre Rede über die Aufgabe des chemischen Unterrichtes mit den beigelegten "7¹/₂ Seiten langen" Anmerkungen wie sie Kolbe bezeichnet, zu lesen.

Ich würde Ihnen sehr dankbar sein, wenn Sie mir einen Separat-
abdruck derselben zukommen liessen.

Ich sende Ihnen, sowie Dr. v. Schneider, der, wie ich vermuthe,
in Ihrem Laboratorium arbeitet, die herzlichsten Grüsse und bin,
in alter Ergebenheit

Ihr Victor Meyer

Seestr. 36

Brief Nr. XX.

Erlenmeyer an Kekulé; München, 5. November 1871 (Darmstädter
Nachlaß)

Lieber Kekulé!

Es ist jetzt nach und nach ein öffentliches Geheimnis geworden, dass Sie in erster Linie für die Gründung einer Berliner Zeitschrift gewirkt haben, welche den Annalen Concurrrenz machen resp. deren Untergang herbei führen sollte. Wenn man nach den Gründen fragt, welche Sie veranlassten, in dieser Richtung zu wirken, so hört man, dass Sie mit den Elementen, welche die Red. der Ann. addirt hat, unzufrieden seien und Sie sollen verschiedentlich geäußert haben, dass das Element, welches meinen Namen trägt ganz besonders Ihr Missfallen erregt. Als ich dies erfuhr war ich natürlich nicht sehr erfreut darüber denn es wäre mir in höchstem Grade unangenehm, wenn mein Eintritt in die Redaction der Ann. den Ruin dieses Journals herbeiführen sollte.

Damit Sie nun mein Verhältnis zu der Redaction kennen lernen, will ich Ihnen kurz erzählen, wie ich hineingekommen bin. Kopp hat plötzlich abgedankt und soviel ich weiss selbst den Vorschlag gemacht, Liebig solle die Redaction wieder in der Weise übernehmen, wie er sie früher in Giessen geführt hat, d.h. er solle einem jungen Schüler die eigentl. Redactionsgeschäfte übertragen und nur die Direction behalten. Liebig hat nun Volhard in derselben Weise wie früher Strecker, Bopp, Will mit den Geschäften betrauen wollen. Volhard erklärte aber, dies nur unter der Bedingung annehmen zu wollen, dass ich noch hinzu trete. Liebig damit einverstanden forderte mich dazu auf und Sie werden es begreiflich finden, dass ich nicht nein sagte.

Anfangs war beabsichtigt, die Namen der Hilfsredacteurs nicht auf den Titel zu setzen, da sagte aber Liebig er könne uns nicht zumuthen, dass wir für die Annalen arbeiteten ohne genannt zu sein und so kamen denn die Namen der zwei Hilfsredacteurs auch

auf den Titel. Kopp hat es aber doch deutlich genug in seiner Erklärung ausgedrückt, dass wir Liebig bloss als Dienstmänner zugetreten seien. Wenn ich geahnt hätte, dass unsere Namen auf dem Titel verschiedene Leute unangenehm berühren könnten, so hätte ich natürlich dafür gesorgt, dass sie weggeblieben wären und hätte mich mit der Kopp'schen Erklärung begnügt. Jetzt ist es einmal geschehen und man kann es doch nicht gleich wieder anders machen. Hätte Kopp am Anfang dieses Jahres gesagt, ich kann nur noch dieses Jahr die Red. führen, dann hätte Liebig seine bedeutendsten Schüler zusammen berufen und Rath mit Ihnen gehalten, wie man die Annalen fortführen solle. Da aber die Sache in der kürzesten Zeit geordnet werden musste, so hielt Liebig die Berufung eines Congresses für unmöglich und als der von L. und K. allein gefasste Beschluss schon ausgeführt war, da wurden, wie es so häufig geht die Rathsherren erst gescheit. Sie sehen ein, dass man das jetzige Definitivum ohne irgend welche Erklärung vorläufig als Provisorium hätte bestehen lassen können, dann hätte man Zeit gehabt, die Sache mit den gelehrten Freunden Liebigs richtig zu überlegen.

Dass dies nicht geschehen, dass das jetzige Verhältniss gleich ein definitives geworden ist, kann Niemand mehr leid thun, als mir und ich nehme daher, aber ganz unabhängig und ganz unbeeinflusst von den übrigen Bestandtheilen der Redaction meine Zuflucht zu Ihnen und bitte Sie mir als alter Freund zu rathen, was ich thun, was überhaupt geschehen soll und kann, um den Annalen das alte Vertrauen und den alten Ruf zu erhalten. Ich bin bereit, alles, was in meinen Kräften und in meiner Macht steht aufzubieten, um dieses Ziel zu erreichen. Aber darum bitte ich Sie lieber Kekulé, sprechen Sie sich unverholen aus, wir sind nach gerade so alt geworden und Sie haben so viel Gelegenheit gehabt mich kennen zu lernen, um zu wissen, dass ich Ihre Offenheit nicht missbrauche, sondern nur in der besten Absicht benutzen werde.

Ich gebe mich der festen Hoffnung hin, dass es gelingen wir, sowohl die Missvergnügten zufrieden zu stellen, als auch zu verhindern, dass unsere Journalliteratur noch weiter zersplittert wird.

Im Grund genommen ist der Werth und die Würde eines Journals wie die Annalen, weit weniger von den Leuten abhängig, welche die Druckerei besorgen, als von denen, welche ihre Ideen und Forschungsergebnisse darin zur Geltung bringen.

Noch will ich Sie fragen, ob die Abhandlung von Sintenis welche an Volhard geschickt wurde in die Annalen aufgenommen werden soll. Da gar nichts dabei geschrieben wurde, so wussten wir nicht, was wir thun sollten. Wenn Sie mir gleich schreiben, so kommt sie noch in das im December erscheinende Januarheft und zwar gerade so wie sie ist!

In der Hoffnung recht bald Nachricht von Ihnen zu bekommen grüsst Sie in alter Freundschaft

Ihr Erlenmeyer

Brief Nr. XXI.

Kekulé an Erlenmeyer; Bonn, 8. November 1871 (Darmstädter
Nachlaß)

Lieber Erlenmeyer!

Ihr Brief macht mir Vergnügen durch seine Offenheit und das Vertrauen in meine Freundschaft, welches er an den Tag legt, weniger durch seinen Inhalt, aus dem man schliessen kann, oder wenigstens könnte, dass es den Annalen augenblicklich nicht besonders gut geht. Um die Sache nicht zu verbummeln, will ich Ihnen direkt antworten. Ich kann dies, da es nicht in meiner Absicht liegt, meine Antwort in irgend raffinirter oder diplomatischer Weise zurecht zu legen. Ich gehöre zu den Leuten, die es sich zur Ehre rechnen le courage de leur opinion zu haben; ich werde also ganz offen sein, und ich kann es diesmal um so mehr, da ich mir bewusst bin, nur rein sachliche, nicht aber persönliche Motive berücksichtigt zu haben.

Ich leugne also zunächst nicht, dass ich für die Begründung einer Berliner Zeitschrift gewirkt habe. Ich glaube sogar, der Gedanke, diese Zeitschrift grade zur Zeit des Redaktionswechsels der Annalen zu begründen, wurde, wie Mohr sich ausdrücken würde, auf meinem Zimmer gefasst, während Wichelhaus bei mir zu Besuch war. Dass mir gerade dieser Moment besonders günstig schien, daran war einerseits der Redaktionswechsel an sich Schuld, andererseits allerdings die Namen der neuen Redakteure. Ich komme darauf gleich zurück, aber ich muss weiter ausholen. Vor einigen Jahren, als die Annalen das einzige gute Journal in Deutschland waren, machte sich das Bedürfnis der rascheren Publikation immer mehr geltend. Aus diesem Bedürfnis entstand die "Zeitschrift"; sie gedieh nicht so, wie sie hätte gedeihen können, weil die zahlreichen Anmerkungen pro domo Unzufriedenheiten und Misstrauen erweckten. Zu jener Zeit schlug ich Kopp wiederholt vor, den Annalen eine Art von Courier für rasche

Veröffentlichung vorläufiger Mittheilungen beizugeben. Ich erhielt zur Antwort: Die Annalen hätten nun einmal ihren Charakter; rasche Veröffentlichung sei nicht ausgeschlossen, dazu eigneten sich die brieflichen Mittheilungen etc. Ich bemühte mich den Gegenbeweis zu liefern, fand aber kein Gehör. - Wäre die Redaktion der Annalen damals auf diesen Gedanken eingegangen, so war zunächst das Todesurtheil der Zeitschrift gesprochen und die Berliner s.g. deutsche chemische Gesellschaft, gegen welche ich, wie Sie wohl wissen, eine Zeit lang mit vollem Bewusstsein und aus guten Gründen angekämpft habe, hätte ihrerseits nie etwas anderes zu Stande gebracht als "Sitzungsberichte". Nach meiner Überzeugung ist die Redaktion der Annalen wesentlich dafür verantwortlich, dass diese "Sitzungsberichte" ein weit verbreitetes und gut bedientes allgemeines Journal geworden sind. Eine Publikation, sei es auch nur eine vorläufige, in diesen s.g. Sitzungsberichten kann jetzt nicht mehr umgangen werden. Wie also weiter! Man schickt später die ausführliche Abhandlung in die Annalen. So ist man genöthigt dasselbe nochmals wiederzukauen, anstandshalber in anderer Form, etc. Dies ist bisweilen schwer, immer langweilig und unterbleibt deshalb häufig. Jüngere Leute thun es, weil sie ihren Namen öfter sehen, und weil die lange Abhandlung guten Effekt macht. Ältere unterlassen es häufig (als Beispiele Hofmann und in neuerer Zeit auch ich), weil sie bessere Sachen zu thun haben, als wiederzukauen. Dies ist aber für die Wissenschaft ein Nachtheil, denn die Dokumente sollten auch veröffentlicht werden.

Dass nun von der Begründung eines grösseren Journals neben den Berichten schon öfter die Rede war, ist Ihnen wohl bekannt. Berliner mögen partikularistische Motive gehabt haben, wenn ich den Gedanken billigte und unterstützte, so hatte ich andere Gründe. Ein rasch erscheinendes Journal für kurze Mittheilungen und ein grösseres für die Veröffentlichung der Details, beide in einer Hand, scheint mir schon lange das Ideal. Dann könnten beide

Publikationen aufeinander Bezug nehmen, alle Wiederholungen könnten vermieden werden und die ausführliche Arbeit liesse sich zum Besten von Autor und Leser in sachlich trockener Form abfassen etc. Der richtige Moment musste abgewartet werden, denn es waren manche Hindernisse zu überwinden. Dieser Moment schien mir nun gekommen, als die Annalen ihre Redaktion wechselten. Die Rücksicht auf die früheren Redakteure fiel weg, oder nahezu. Dies war meine Ansicht, und ich habe dieselbe Ansicht vielfach gehört. Sie fiel um so mehr weg, als allen Chemikern, die ich darüber gehört habe, die Nachricht höchst überraschend kam. Kopp's Erklärung, die Sie so "deutlich" finden, gab keinerlei Licht. Man las: "Da der Eine von uns, ohne Rücksicht auf die Andern von uns und auf Andere, die Redaktion plötzlich niedergelegt hat, so hat der Eine von Uns, oder vielmehr von den Andern von Uns, etc." An Handlangerschaften, wie früher, hatten anfangs Manche gedacht, als aber die neuen Namen auf dem Titel standen, hatte das Geschäft eben eine andere Firma. Nun kann man freilich sagen, jeder Theilhaber eines Geschäftes habe das Recht es an Andere abzugeben, aber man wird auch dem Publikum das Recht einräumen müssen, das Geschäft unter der neuen Firma als ein neues Geschäft anzusehen. Ob in der neu begründeten Aktiengesellschaft die alten Besitzer als Zinsen und Dividenden beziehende Aktionäre bleiben, ändert nur wenig an der Sache. Das Zutrauen in die alte Firma überträgt sich auf die neue nur, wenn die Änderung vermittelt und bis zu einem gewissen Grade mit dem Publikum vereinbart worden ist. Hat man dies versäumt, so hören die Rücksichten auf, und die neue Firma muss sich erst wieder Vertrauen erwerben, wenn sie dasselbe nicht direkt mitbringt.

Jetzt kommen wir also auf die neue Firma. Volhard ist nur seinen Freunden bekannt, sonst nicht. Er zählt also nicht mit. Er bringt jedenfalls kein Vertrauen als Mitgift; sein Name nützt nicht, und, weil unbekannt, ist er eher schädlich; bleibt Erlennmeyer. Nun werden Sie mir zugeben, dass Sie sich früher sehr subjektiver

Redaktionsbemerkungen schuldig gemacht haben, in Anmerkungen sowohl als in angehängten Bemerkungen und in selbständigen Mittheilungen, die in demselben Heft erschienen, wie die Arbeiten, durch welche sie veranlasst waren. Der Redakteur einer Zeitschrift darf aber den Inhalt seiner Manuskripte gar nicht kennen, er muss wenigstens so thun als ob er sie nicht kenne; erst wenn das Heft erschienen ist darf sich dieser allerdings lästige Zauber lösen. Sie sagen nun vielleicht: ich will es nicht mehr thun, ich werde es selbstverständlich nicht mehr thun. Aber wo ist für mich Publikum die Garantie. Auch in diesem Fall kann ich versichern, dass ich nicht der Einzige bin, der so denkt. Ich habe dieselbe Meinung von verschiedenen Fachgenossen gehört. Ich habe weiter die Andeutung gehört: "jetzt werden die Annalen einen anderen Charakter annehmen, statt das zu bringen, was gemacht worden ist, werden sie jetzt drucken was erst gedacht worden ist und noch gemacht werden soll." Der Autor dieser Meinung ist vielleicht in seiner Ansicht durch eine Ihrer Mittheilungen bereits bestärkt worden. Auf Ihre Erörterungen mit Ladenburg lege ich wenig Werth, aber ich weiss, dass der "Musterartikel", den Sie an Ladenburg geschickt haben auch hie und da böses Blut gemacht hat. Doch genug davon! Ich denke, ich war deutlich genug und jedenfalls offen. Zudem fallen mir die Augen zu, ich muss also kurz sein. Sie fragen was Sie machen sollen? Offen gesagt, ich weiss es nicht. Für die begangenen Fehler sind Sie weit weniger verantwortlich, als die alte Redaktion und namentlich Kopp. Aber was hilft das, wenn überhaupt Hilfe nöthig ist. An eine nochmalige Änderung der Redaktion sollte man im Augenblick nicht denken. Das würde gewiss eher schaden als nützen. Also abwarten und Bier trinken, wenn das das Redaktionsmitglied Volhard nicht für die ganze Firma besorgt. Vielleicht kommt die Sache von selbst wieder ins richtige Gleis, wenn nicht, so sieht man weiter. Mein Ideal bleibt übrigens mein Ideal. Und vielleicht gestaltet sich die Sache dereinst so, dass die Annalen jenes ersehnte,

ausführliche Journal der reformirten und wirklich deutschen chemischen Gesellschaft werden.

Ouf! Gute Nacht! und besten Gruss in alter Freundschaft

Ihr Aug. Kekulé

Brief Nr. XXII.

Erlenmeyer an Kekulé; München, 17. November 1871 (Darmstädter
Nachlaß)

Lieber Kekulé

herzlichen Dank für Ihre offene Sprache. Ich bin froh, dass ich Ihren Standpunkt, den ich als öffentliche Meinung betrachte, kenne. Damit Sie nun auch einen Einblick in den meinigen bekommen und zugleich erfahren, wie ich selbst über mein Sonst und Jetzt denke, will ich Ihnen die Copie eines Briefes schicken, den ich Ende Juni an einen Collegen geschrieben habe. Die unterstrichenen Stellen darin mögen zugleich dazu dienen, Sie von einem Irrthum zu befreien, den Sie bisher nicht los werden konnten.

Sie haben aus dem Inhalt meines letzten Briefes an Sie schliessen zu müssen geglaubt, dass es den Annalen im Augenblick nicht besonders gut gehe. Sie haben bis zu einem gewissen Grade Recht, denn es ist doch klar, dass es einer Zeitschrift nicht vollkommen gut geht, wenn ihr die massgebenden Persönlichkeiten ihre Abhandlungen vorenthalten und wenn Sie als tonangebende Persönlichkeit über dies noch für eine Concurrentin agitiren.

Auf die Gründe, welche die Herren abhalten, ihre Abhandlungen in den Annalen zu publiciren, will ich nicht näher eingehen; nur das Eine will ich bemerken, der Grund welchen Sie anführen, möchte wohl gerade auf Ihr Beispiel, Hofmann, am wenigsten passen; denn bedenken Sie nur, in wieviel verschiedenen Formen und Ausdehnungen Hofmann noch in London seine Arbeiten publicirt hat und dass er die Annalen doch nie vergass. Es müssen also bei Hofmann noch andere Gründe vorhanden sein, doch ich will mich der Hypothesen enthalten. Ich will mich lieber mit der Frage beschäftigen, was Sie bewogen hat, gegen die Annalen zu agitiren. Sie thun das zum Theil wegen der Fehler, welche die alte Redaction besonders Kopp begangen, zum Theil wegen der Sünden, der ich mich früher, als Redacteur unter ganz anderen Verhältnissen, schuldig

gemacht habe und zuletzt, weil Ihnen ein Ideal vorschwebt, dessen Verwirklichung Sie anstreben.

Gestatten Sie mir hierzu Folgendes zu bemerken: Lassen Sie die Fehler der alten Redaction unbeachtet, vergessen Sie dieselben; denn sie wirken ja nicht mehr, berücksichtigen Sie dagegen die Selbsterkenntnis eines Theils der neuen Redaction und als "Garantie für das Publicum" sein Versprechen, dass er alle alten Sünden und selbst die, welche so ziemlich jeder begeht, indem er sagt was er noch machen will, abzulegen bereit ist, und fragen Sie dann, ob es nicht möglich ist, die Vortheile, die Sie in Ihrem Ideal erblicken ebenso sicher und leicht zu erreichen, wenn auch die, kurze Notizen publicirenden Berichte und die, ausführliche Abhandlungen bringenden Annalen von 2 verschiedenen Redactionen besorgt werden. Eine Publication in den Annalen kann doch auf eine vorhergegangene in den Berichten ebenso gut Bezug nehmen wenn die beiden Zeitschriften unter zwei verschiedenen Redactionen stehen, als wenn sie in einer Hand vereinigt wären. Diese Bezugnahme ist schon in Übung und kann ganz allgemein werden. Sie hat aber in Ihrem Fall ebenso wenig den gewünschten Nutzen, wie in dem meinigen wenn die Leser der einen Zeitschrift die andere nicht halten. Da es oft leichter jedenfalls angenehmer ist, aus einer ausführlichen Abhandlung eine kurze zu machen, so scheint es mir sogar möglich zu sein, dass man in vielen Fällen umgekehrt verfährt wie bisher und gleich die ausführliche Abhandlung schreibt, da die Annalen vom nächsten Jahr an alle Abhandlungen, welche bis zum 15 ten des Monats eingelaufen sind, am 15 ten des nächsten Monats erscheinen lassen werden. Ist viel Material vorhanden, so kommt ein dickes Heft, ist wenig da, ein dünnes, die Bände werden ebenso stark gemacht, wie früher, 4 Bände bekommen ein Register, wie früher, nur kann der Fall vorkommen, dass in 1 Jahr 5 Bände erscheinen, das macht aber doch nichts, wenn damit die Suppl.bände umgangen werden; es wird ja nicht nach Jahrgängen, sondern nach Bänden citirt.

Wir wollen Alles thun um das Publicum zu befriedigen. Sie, lieber Kekulé, als Leiter des Publicums brauchen das nur anzuerkennen und davon Gebrauch machen und machen zu lassen, dann ist, wie es mir scheint, dem Publicum besser gedient, als wenn man noch eine weitere Zeitschrift ins Leben ruft, die doch die Annalen nicht mit einem Schlag aus dem Leben schaffen wird und deshalb die Zahl der zu lesenden Journale vermehrt. Jedenfalls wird auch mit der Unterstützung der Annalen von Ihrer Seite am besten vorgearbeitet für die Zeit, wo die Annalen "jenes ersehnte ausführliche Journal der reformirten und wirklich deutschen chemischen Gesellschaft werden". Machen Sie nur Ihren Einfluss im Interesse des Publicums bei der Redaction der Annalen und umgekehrt geltend und Sie werden sehen, dass es die besten Früchte trägt. Warum soll man sich denn darüber täuschen, Sie haben jetzt die Macht in der Hand und Sie brauchen nur die Zügel zu lenken, dann geht Alles, wie Sie es haben wollen. Ich bin gerne bereit, mich Ihrer Führung anzuvertrauen, geben Sie mir nur die nöthigen Directionen, Sie werden nicht, wie bei Kopp auf Widerspruch und Hindernisse stossen. Schreiben Sie mir aber gleich, damit wir im neuen Jahr davon Gebrauch machen können. Ich will noch bemerken, dass wir im neuen Jahr auch das Datum des Einlaufs bei jeder Abhandlung angeben werden. Bitte den einliegenden Brief an Herrn Dr. Zincke abzugeben. Mit herzlichem Gruss Ihr alter Freund

Erlenmeyer

Bezüglich der Abhandlung von Sintenis hat sich ergeben, dass dieselbe an Volhard von dessen Vetter Kekulé in Bonn (Ihrem Collegen) geschickt wurde. d.O.

Brief Nr. XXIII.

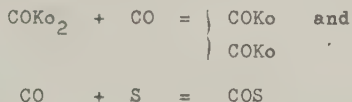
Frankland an Kolbe; London, 3. Dezember 1871 (Dt.Mus. 3566)

My dear Kolbe

I am quite ashamed at the length of time your letters have been allowed to remain unanswered. The reason is that I have been waiting for time to give your "Moden der Modernen Chemie" a very thorough criticism, but so much time as I should like to have for it does not seem likely to be soon at my disposal and I will therefore not wait any longer. In the first place let me answer some queries etc. contained in your letters: - I have not got a copy of Playfair's paper on coal mine gases & I therefore forwarded your letter to him at once; I trust you have by this time received the paper from him, but if not pray let me know & I will endeavour to get a copy elsewhere. I am quite certain that you found in the mine gases no combustible gases except CH_4 , but possibly the recalculations of the results might show traces of C_2H_6 & CO . Of course if H be present C_2H_6 could not be determined by explosion. The experiments which are being made in your laboratory on this subject are very interesting & ingenious. Have you tried specimens of English coals? Your proposition that we should again work together is very enticing & I can think of nothing more delightful than the joint investigation of some of the many interesting problems now presenting themselves in organic chemistry. At present, however, work for me is impossible; because I have actually no bench to work at and no time to work. My private laboratory is filled with students who cannot find room in the large laboratory. Our government appears to be altogether incapable of finishing the new Laboratories at South Kensington. At present they are scarcely doing one month's work at them in a year. England has become the slowest country in the world for things of this kind. It is 5 years since these laboratories were commenced and they certainly will not be finished

next year at this time.

I shall be very anxious to hear if you realize the reactions



They are very likely to succeed, but I am quite certain you will never make an Isomalononic acid, unless the 4 bonds of carbons have different values in which case you may get a dozen.

The investigation of the constitution of Potassic nitrite as to whether the N is N^{III} or N^V is a very interesting point. The existence of N₂O₃ & its easy transformation into O=N-O-H by contact with water seems to point to the N being triadic; but there ought also to be a compound O=N=O isomeric, & it might
K

possibly be obtained by agitating $\left\{ \begin{array}{l} \text{NO}_2 \\ \text{NO}_2 \end{array} \right.$ at a low temperature

with sodium amalgam. Many thanks for Staedeler's Leitfaden which I duly received. It seems a very compact and useful little book. My principal assistant Valentin wrote a laboratory treatise a couple of years ago & which we use in my laboratory. It has proved a great success & my students are now getting a more thorough training in experimental chemistry, in a shorter time than formerly. Unfortunately there are very few of them who stay long enough to undertake original investigations.

I am glad to hear that you have derived so much advantage from Marienbath last summer. There really appears to be some use in visiting these baths; - is it really the water? or is it the change of scene and occupation? We are accustomed in this country to think bath-cures all humbug! But this appears to be one of our insular prejudices. I paid a visit to Bunsen early in September & found him apparently very well but very hypochondrical, saying

he had but a year or two to live etc. Had you been at home at the time, I should have gone to Leipzig. Many thanks for your very kind invitation to stay with you during the meeting of the Naturforscher next year. It would give me the greatest pleasure to do so, if I can arrange my vacation; but, as I cannot foresee what work I may have to do on the Rivers Commission next year, will you kindly allow me to postpone a definite answer until the time is nearer at hand.

I had expected that the Government would have sent me to visit the German laboratories, but they sent, as you know, Captain Festing instead.

Armstrongs address is London Institution Finsbury Circus London. He is one of the most active of our young chemists, but, as you know, research is at present at a very low ebb in this country. Now for the "Moden": - I fully sympathise with you in your attack upon the new systems of chemical nomenclature. If my time were to come over again, I should certainly stick to the old nomenclature "sulphate of potash" "nitrate of lime" "carbonate of lead" etc., because no uniform new system has got itself established in this country. I was induced to give up the old names and accept "potassic sulphate", "calcic nitrate" and "plumbic carbonate" because it was agreed at a conference of London chemists that a uniform system was desirable and that the system derived from Berzelius was in some respects more convenient than that in common use. We agreed therefore to adopt the new system but Miller & I are the only chemists who have kept their word. Every young chemist here seems to think that he does something both highly important and original, if he can invent some slight modification in the nomenclature of chemical compounds. Hence in the place of the tolerably uniform old system of names, all sorts of systems and variations have sprung into existence, and all uniformity has been lost. Much the same state of things appears now to prevail in Germany where the language

also lends itself much less readily to the new system.

With regard to notation I also quite agree with you that such formulae as AgNO_3 , K_2SO_4 etc. are quite unworthy of the present condition of our knowledge of these salts, and leave unexpressed some of the most important facts connected with these bodies viz.: the atomicity and displaceability of the elements they contain; as you are aware, I have long ago abandoned such formulae, and although by using in their place constitutional formulae one is sometimes compelled to resort to hypothesis, yet I consider this far more calculated to promote the progress of chemistry than that dead unthinking notation which takes refuge from trouble in such formulae as AgNO_3 .

It was precisely the consideration which you mention in the 2nd paragraph of page 10 which led me 8 or 9 years ago to adopt the new atomic weight of O and you will find on comparison that the constitutional formulae which you give on pages 10 and 11 convey precisely the same ideas of constitution as the formulae which you find in my "Lecture Notes" for the same compounds; except that in some of the Al compounds you assume only one atom of Al whilst I consider that the constituents of Al_2 have never yet been proved to be separable in mineral compounds. Also I agree with your view of the change of atomicity of S and other elements (at page 14) but I am not yet quite prepared to admit the polyad character of the Halogens, except perhaps I., because we have as yet no trustworthy measure of a higher atomicity than unity, - I mean an atomicity measured by monads - such measurements by polyad elements like O not being quite trustworthy. It thus appears to me that fundamentally our views of chemical constitution must be very closely similar although we adopt apparently different formulae to express them. And here I entirely dissent from what you say about the "naive Auffassung" of the problems of chemistry, and it strikes me that this part of your paper is inconsistent with the former part in which you have so strongly

and, in my opinion, justly insisted on the paramount importance of expressing the constitution of chemical compounds. Now by graphic formulae this constitution is expressed in the simplest and clearest manner, and it seems to me that your experiment with your *Amanuensis* resulted in a great triumph for these formulae; since, without any previous knowledge of the subject, he at once found the only possible constitutional formula for one of the compounds whilst his formulae for the two others would be at once modified by a chemist as unnecessarily complex. Surely the most simple, & free from possible misconstruction, such formulae can be, the better. And I think they are generally used by chemists, not as means of investigation but as expressions of the writer's ideas of the constitution of the bodies he is describing. But even as instruments of investigation they are not altogether useless, as witness the prediction of Isosnekinic acid "Lecture Notes" page 346 and the relation of Tricarballic Acid to Citric Acid & that the reduction of Citric Acid must yield Tricarballic Acid & not an isomer (pages 352 & 353); which have just been demonstrated to be correct.

Moreover any formulae which cannot be expressed constitutionally may at once be pronounced to be wrong. Graphic formulae are merely symbolic expressions of atomicity, which as you have often admitted, is one of the fruitful generalisations since the atomic hypothesis. When we first worked together no chemist would have been considered to have lost his senses, if he had tried to obtain a radical or compound of the composition CH_5 or CH_y . The doctrine of atomicity has greatly narrowed the field of research and has thus contributed much to the rapid development of sound chemical knowledge. Such are my notions about the use and value of constitutional formulae but I entirely agree with you that we shall probably never obtain eine klare Anschauung von der Art u. Weise wie die einzelnen Atome gegen einander gelagert sind, because probably no such things as atoms exist.

I confess to being much struck by the definitions of "chemical constitution" given by different chemists which you quote at page 21. In my opinion the definitions of Gerhardt, Kekulé, Heintz, Gorup-Besanez and Erlenmeyer, render their authors quite worthy of your severest criticism. I certainly had no notion that such absurd ideas about constitution prevailed in Germany. To avoid any such dubious expressions I have long used the very neutral word "bond" to express the connection between two hypothetical atoms in a compound. No one can deny that the elements of a compound are bound together & that the thing which binds them together must be either matter or force. It appears to me therefore that this thing can be named a bond with perfect propriety, whether it be like the mortar which binds bricks together, or the force which binds sun and planets. For the same reason, instead of the "structure of a chemical compound" I prefer to speak of "the disposal of the bonds of a chemical compound". I suppose everyone must also admit that a dyad has a twofold bond of connection with other atoms, a triad a threefold connection etc., or they have respectively 2 and 3 bonds. Farther my symbol for a bond in graphic formulae is a line - and in ordinary formulae sometimes } but generally the mere juxtaposition

of letters thus: $\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad \text{NH}_4\text{Cl}$

I do not think that you would find one of my students attaching the notion of the "Lagerung der Atome" to these formulae.

But now I must stop. I am glad to learn that Mrs. Kolbe & your family are quite well; my wife has not been well since our return from Switzerland. She caught a severe cold on returning which she has hardly yet got rid of. My children are all quite well. My wife joins me in kindest regards to you and yours. Write soon & believe me very sincerely yours E. Frankland

Royal College of Chemistry 3/5 Oxford Street London

Brief Nr. XXIV.

Christian Ludwig Otto Buchner an Erlenmeyer; Darmstadt, 8.11.1872
(Dt.Mus. 1967-86/2)

Hochgeehrtester Herr Professor!

Sie haben, hochgeehrtester Herr Professor, die Güte gehabt, mir den Plan des chemischen Laboratoriums der polytechnischen Schule zu München zu übersenden, welchen ich kurz nach meiner Ankunft in Darmstadt empfang. Ich kann es nicht unterlassen, Ihnen sowohl hierfür, als auch ganz besonders für die vielfachen Bemühungen, welche ich Ihnen bei der Besichtigung Ihres herrlichen Laboratoriums veranlasst, sowie für das ausserordentlich freundliche Wohlwollen, mit welchem Sie mir entgegenzukommen die Güte gehabt, meinen herzlichsten und aufrichtigsten Dank auszusprechen und mit Vergnügen erinnere ich mich jenes Abends, welchen ich in so heiterer Weise in Ihrer Gesellschaft zu verbringen so glücklich war. So sehr ich mir bewusst bin Ihre Güte in Anspruch genommen zu haben, so erlaube ich mir dennoch, Sie mit einer neuen Bitte zu incommodiren. Mit dem Neubau, respect. Umbau des chemischen Laboratoriums wird bezüglich der Raumfrage demnächst im Lehrercollegium auch die Frage zur Erörterung gebracht werden, ob gleichzeitig ein technisches chem. Laboratorium eingerichtet werden soll und ob nach den bis jetzt im Allgemeinen gemachten Erfahrungen die Nothwendigkeit der Errichtung eines solchen so sehr hervortritt, dass durch letztere der chemische Unterricht für den künftigen Techniker wesentlich gefördert und somit auch das Ansehen der ganzen Anstalt gehoben werde, oder ob der junge Chemiker ebenso tüchtig für seinen künftigen Beruf vorbereitet werden könne, ohne dass er das besonders zu errichtende technische Laboratorium besucht, und in demselben Arbeiten vorgenommen, die meines Erachtens doch alle nur wissenschaftlicher Natur sind.

Obwohl ich bei meiner Anwesenheit in München mit Ihnen über

diesen Gegenstand mich bereits eingehender besprochen und wir in unseren Ansichten vollkommen übereinstimmten, ich aber auch inzwischen nicht unterlassen habe die von Ihnen in der königl. Akademie der Wissenschaften gehaltene Rede "Die Aufgabe des chemischen Unterrichtes gegenüber den Anforderungen der Wissenschaft und der Technik", die Sie mir freundlichst zu überweisen die Güte gehabt, zu studiren, so wäre es mir dennoch im höchsten Grade erwünscht, von Ihnen persönlich Ihre Meinungsäußerung betreffs dieses Gegenstandes zur Unterstützung meiner eigenen Ansicht zu besitzen, da letztere durch die Autorität Ihres Namens gewiss in dieser sehr wichtigen Frage ganz wesentlich unterstützt wird. Ich erlaube mir daher, Sie, hochgeehrtester Herr Professor ganz ergebenst zu ersuchen, mir in Bezug auf obigen Gegenstand Ihre Ansicht in geeignet modifizirter Weise gütigst brieflich mittheilen und zugleich gestatten zu wollen, mich eintretenden Falles im Lehrercollegium auf dieselbe berufen zu dürfen.

Indes ich im Voraus um Verzeihung bitte für die neue Mühe, welche ich Ihnen hierdurch veranlasse und ich mich zu doppeltem Danke verpflichtet fühle, habe ich die Ehre unter herzlichstem Grusse an Sie und Ihre verehrten Herrn Assistenten zu verbleiben Mit ausgezeichnetster Hochachtung Ihr ganz ergebenster Dr. Buchner

An diesen Brief ist das Antwortschreiben Erlenmeyers im Entwurf angehängt:

Hochgeehrtester Herr Professor!

Ich gebe Ihnen keine besondere Meinungsäußerung bezüglich der frage "ob ein technisch-chemischer Unterricht besonders für die Ausbildung technischer Chemiker oder chemischer Techniker an einer technischen Hochschule nothwendig oder auch nur zweckmässig sei, weil Sie die Absicht haben Ihrer Meinung durch die Autorität meines Namens eine Stütze zu verschaffen, ich aber ein entschiedener Feind aller Autoritätswirkungen bin. Unfehlbar ist kein Mensch ein Professor der Chemie ebenso wenig wie der Pabst, aber

nur die Unfehlbarkeit kann auf wahre Autorität Anspruch machen
ergo ist die Autorität meines Namens ein ebenso grosser Schwin-
del, wie die Unfehlbarkeit des Pabstes. Sie werden mit beiden
nur Unheil stiften. Ergo bibamus.

Brief Nr. XXV.

Wislicenus an Erlenmeyer; Würzburg, 22. November 1872 (Dt.Mus.
1968-476/3)

Lieber College!

Besten Dank für Ihren freundlichen Brief! Die vergessene Zeichnung lege ich auf einem Blättchen hier bei. Die Winkelmessungsergebnisse habe ich je wohl im Texte angegeben?

Der Umfang war literarischen Arbeiten selbstverständlich nicht förderlich, noch weniger die sehr mühevoll eingerichtete des Laboratoriums, die in sehr vielen Punkten eine vollständige Neugestaltung sein musste. Trotzdem werden Sie die Aufsätze über die optisch active Milchsäure und eine vorläufige Notiz über Aethylenmilchsäure in allernächster Zeit erhalten. Ausserdem habe ich noch eine Reihe abgeschlossener Untersuchungen, namentlich von meinen Schülern, nebst kürzeren Notizen, so dass ich für längere Zeit successive zu lieferndes Material für die Annalen besitze. Nehmen Sie auch kleinere Notizen über Apparate auf?

In dem "Einlauf"-Verzeichnisse des letzten Annalenheftes finde ich einen Druckfehler. Der Verfasser der Arbeit über lithursaures Magnium heisst nicht Rosta sondern Roiter, ist von deutscher Abkunft durch seinen Grossvater. Hoffentlich hat Urech es entdeckt und Ihnen zeitig genug gesagt, wenn er nicht zu schweigsam geblieben ist, wie er es früher wohl war. Im Nothfalle, d.h. wenn das betreffende Heft bereits gedruckt ist, bitte ich um Correctur im Druckfehlerverzeichnis des nächsten.

Auf die Fortsetzung Ihres Buches freue ich mich. Wenn ich auch glaube, dass man dem Anfänger die organische Chemie zuerst nach homologen Reihen geordnet vortragen muss, um ihm erst die auch bei Mineralverbindungen vorkommenden Umsetzungen gehörig einzupauken - natürlich nicht ohne Berücksichtigung auch der synthetischen Methoden - so ist doch der von Ihnen eingeschlagene Weg sicher der einzige für eine rationelle Entwicklung des Lehrstoffes

und nur auf ihm lässt sich das ganze Gebiet zur wirklichen Einsicht des Studirenden gestalten. Ich habe daher in Zürich jahrelang, durch die beiden ersten Hefte Ihres Buches nach der Elementarvorlesung über organische Chemie stets noch eine zweite über "Bau der C-Verbindungen" gehalten. Das will ich auch - freilich wohl bei weit geringerer Betheiligung von Seite der Studenten als in Zürich - in Zukunft hier thun und bin froh, wenn Ihr Buch dafür zu Grunde gelegt werden kann.

Meine liebe arme Frau ist mit Gudden nach München übersiedelt und seit heute vor acht Tagen dort. Mir war wenigstens ein Stein vom Herzen als ich den glücklichen Verlauf der Reise erfuhr. Auch neuere Nachrichten lauten günstiger. Ach wenn doch dieser Ortswechsel endlich die Sicherheit baldiger Heilung brächte. Den wesentlichen Theil meines Glückes muss ich jetzt missen und es wird mir manchmal schwer mich einigermaßen frisch zu erhalten. Namentlich Abends, wenn die Kinder schon schlafen, überfällt mich oft ein Gefühl entsetzlicher Verödung. In früheren glücklicheren Zeiten sass meine Frau dann immer mit in meinem Zimmer, mit ihren Arbeiten oder Zeichnen beschäftigt. Ich habe nie leichter und frischer geschafft, als wenn ich sie in meiner Nähe wusste und hin und wieder ein Wort gewechselt wurde. Diese freundliche und liebe Gewohnheit stört mich jetzt oft und ich muss mich zwingen so ganz allein bei der Stange zu bleiben.

In der Neujahrswoche werde ich jedenfalls einmal nach München kommen um - wenn ich sie auch vielleicht nicht sehen darf - doch mit Gudden und der Hauptpflegerin meiner Frau, Frä. to der Horst zu reden. Dann hoffe ich auch Sie und die Ihrigen wohl und munter anzutreffen.

Für heute noch besten Gruss von Ihrem

J. Wislicenus

Brief Nr. XXVI.

Hoppe-Seyler an Erlenmeyer; Strassburg, 10. März 1873

(Dt.Mus. 1968-135/2)

Hochgeehrter Herr Professor

Anbei beehre ich mich Ihnen eine Arbeit des Assistenten von meinem physiologisch-chemischen Institut, Dr. E. Baumann mit der ergebensten Bitte um Aufnahme derselben in die Annalen der Chemie zu übersenden. Ich erlaube mir zugleich den Wunsch des Dr. Baumann beizufügen, dass ihm auf seine Kosten 30 Separatabdrucke gewährt werden mögen. Mit den ergebensten Grüßen

In grösster Hochachtung

F. Hoppe-Seyler

An diesen Brief ist der Entwurf eines Antwortschreibens von Erlenmeyer angehängt:

Hochgeehrter Herr Professor!

Das Manuscript von H. Dr. Baumann für die Annalen habe ich erhalten und danke Ihnen bestens dafür. Die gewünschten Separatabdrucke werden H. B. seiner Zeit zugesandt werden. Nachdem ich die Abhandlung gelesen habe muss ich zunächst bemerken, dass ich noch immer mit Cyanamidadditionen beschäftigt bin und demnächst eine grössere Abhandlung über die bis jetzt gewonnenen Resultate veröffentlichen werde. Herr Baumann soll aber nur getrost weiter arbeiten. Zum Zwecke der Prüfung der verschiedenen Anschauungen über die Constitution des Kreatins und besonders der Kreatinine habe ich einige analytische Versuche im Gange. Ich bin nämlich keiner von denen, welche sich auf eine einmal ausgesprochene Anschauung versteifen; im Gegentheil ich unterziehe meine eigenen Ansichten mehr als die anderen einer strengen Kritik und freue mich nur, wenn ich selbst einen Fehler entdecke oder wenn

Andere mir einen solchen nachzuweisen im Stande sind.

(Anmerkung: Die folgenden Zeilen wurden von Erlenmeyer im Entwurf gestrichen, der letzte Satz wurde abgebrochen. Der Abschnitt erscheint jedoch beachtenswert, so daß auf ihn nicht verzichtet werden soll.)

Meine ganze wissenschaftliche Thätigkeit bestand bisher und wird immer bestehen im expositionellen und experimentellen Kritisiren von wissenschaftlichen Anschauungen und Erfahrungen eigener und fremder Production. Ich habe mir durch diese Art von Thätigkeit viele Feinde gemacht, weil nur der Hundertste Kritik seiner Producte vertragen kann. Aber soviel habe ich erfahren, dass in der Chemie wie in allen Wissenschaften Kritik sehr vortheilhaft ist und dass der jetzige kritiklose...

Es soll mich freuen wenn es Herrn Baumann gelingt zu beweisen, dass das Cyanamid nicht die Stickstoff- sondern die Sauerstoffseite angreift. Das eine wie das andere ist ja möglich, aber ich bin vor der Hand noch nicht von dem letzteren überzeugt. Hoffentlich werde ich weiter von Ihnen hören, ganz besonders hege ich die Hoffnung, dass Sie Ihre eigenen Arbeiten ebenfalls den Annalen zuführen. Mit grösster Hochachtung grüsst Sie ganz ergebenst

Erlenmeyer

Brief Nr. XXVII.

Kolbe an Volhard; Leipzig, 2. Juli 1874 (Dt.Mus. 3669)

Lieber Volhard!

Ich habe Ihnen für zwei Briefe zu danken, zunächst für die interessanten chemischen Mittheilungen des ersten Briefes, und sodann für den Inhalt des gestrigen Schreibens.

In Ihrem vorletzten Briefe ist mir eins aufgefallen und darüber möchte ich gerne Aufklärung haben, nämlich weshalb Sie statt des allgemein gebräuchlichen Wortes "Aether" die seltsame Gmelin'sche Bezeichnung "Ester" gebrauchen, ein Wort, das sich noch dazu, zumal in Verbindung mit andern Worten, z.B. im Wort "Essigester" unbequem aussprechen lässt. Sie gehören doch wahrlich nicht zu den Chemikern, denen die chemischen Gedanken fehlen, und die darum auf andere Weise, z.B. durch Benutzung auffallender Nomenklatur sich ein Ansehen geben wollen. Oder haben Sie sich von Erlenmeyer ins Schlepptau nehmen lassen?

Es wäre mir interessant zu erfahren, wie Sie zu der Nomenklatur "Ester" kommen, und ob Sie auch "Fune", "Bute" "Myle" etc. sagen. Nun zum Inhalt Ihres letzten Briefes. Wie ich daraus entnehme, so würde ich, wenn ich im vergangenen Sommer weniger offen, ehrlich und anständig mich über mein eventuelles Kommen nach München ausgesprochen hätte, jetzt vielleicht einen Ruf an Liebigs Stelle erhalten. Dass man es jetzt nicht mehr der Mühe wert hält, bei mir anzufragen, bringt mich in die unangenehme Lage, dass nun eine Menge Uebelwollender ausposaunen werden, es sei in München überhaupt nicht an mich gedacht, und was im vorigen Jahre davon in die Oeffentlichkeit gelangte, sei von mir ausgestreut.

Die Regierungen dürfen sich wahrhaftig nicht darüber beschweren, wenn die Professoren bei solchen Gelegenheiten weniger ehrlich und nicht gewissenhaft verfahren.

Ich bin gespannt, wer die Stelle bekommt, insb. ob Kekulé an-

nimmt. Hlasiwetz, den ich persönlich sehr hoch schätze, ist (unter uns gesagt) doch nur ein dürftiger Chemiker. Seine Arbeiten sind langweilig nach Inhalt und Form. Für Oesterreich mag er ganz gut sein, aber nicht für Deutschland.

Freilich unter den Professoren, die heute bereits eine ordentliche Professur bekleiden, wüsste ich ausser Kekulé keinen, der nach München passte. Bayer ist zu einseitig, Erlenmeyer fehlt die allgemeine Bildung, Fittig und viele Andere arbeiten nach Schablonen und mangeln des Geistes, Hübner (jetzt Ordinarius in Göttingen!!!) ist ein Schafskopf etc. etc.

Wäre Ihr Minister vernünftig und mit den Verhältnissen vertraut, so sparte er sich die Mühe, und liesse Sie in der Stelle, die Sie jetzt interimistisch verwalten.

Im Hinblick auf Ihre künftige Stellung. mögen Sie nun Liebigs Nachfolger werden oder nicht, möchte ich Ihnen doch entschieden raten, jetzt nicht gleich an Liebigs Biographie zu gehen, so gern ich dieselbe aus Ihrer Feder kommen sähe, sondern die ganze Zeit bis zur Ernennung und den Einzug des neuen Professors, chemischen Experimentaluntersuchungen zu widmen. Schaffen Sie noch ein paar gute Arbeiten und Ihre Zukunft ist gesichert.

Also Hofmann und Kekulé treten in die Redaction der Annalen ein, und haben sich demnach wieder vertragen? Wer aber wird die Redaction eigentlich führen, und wer hat zu befehlen? Mir ist es völlig unverständlich, wie demnach 6 Menschen einen harmonischen Redaktionskörper bilden sollen.

Sie schreiben "Sie kennen die Geschichte dieser Angelegenheit hinlänglich, um nicht darin einen Schachzug gegen Ihr Journal zu erblicken". In Wirklichkeit weiss ich von der Geschichte dieser Angelegenheit Nichts! verstehe auch nicht, wie damit meinem Journal Schach geboten werden soll. Wenn Einige wirklich glauben sollten, sie setzten mich wie Ehren-Hübner in Göttingen Matt, so kennen sie mich schlecht. Mich kriegen die nicht unter; aber wollen sie mich herausfordern, so sollen sie schlimme Erfahrungen

machen. Klären Sie mich doch über die Angelegenheit auf! Sie sehen, lieber Volhard, dass ich das vollste Vertrauen in Sie setze; indem ich mich rücksichtslos und scharf über Personen und Verhältnisse ausspreche, thue ich das in der vollen Zuversicht, dass das Alles unter uns bleibt. Es thut mir aus mehreren Gründen sehr leid dass ich mit Hofmann Krieg bekommen werde. Ich habe das lange vermieden; aber ich kann dem Gründer-Schwindel der Berliner 'chemischen Gesellschaft' und deren Führer nicht länger ruhig und schweigend zusehen. In meinem Rückblick auf das Jahr 1873, welcher demnächst im Decemberheft des letzten Bandes für 73 erscheint, wird die Bombe platzen.

Mit Manchem, was Sie mir über Erlenmeyer schreiben, kann ich mich einverstanden erklären. Er mag ein guter Lehrer im Laboratorium, wenigstens für Anfänger sein; aber für wissenschaftlich bedeutend habe ich ihn nie gehalten. Sein Mangel an gründlicher allgemeiner Bildung und an der Schulung des Geistes, welche der gute Gymnasialunterricht bringt, macht sich in allen seinen Leistungen fühlbar. Er ist als Theoretiker Phantast und gleitet mehr und mehr in die Bahnen der alten Naturphilosophie, die auch ohne festen Boden ins Blaue hinein speculirte. Freilich steht er in dieser Hinsicht nicht allein. Kekulé und Andere machen ihm das Terrain streitig. Ueberhaupt läuft die moderne Chemie auf sehr abschüssiger Bahn einem glänzenden Fiasko entgegen. Denken Sie an mich, in 10 Jahren wollen die heutigen fanatischen Strukturchemiker nie von Struktur gesprochen haben. Es wiederholt sich die an Gerhardt's Typentheorie gemachte Erfahrung.

Um nun auf Erlenmeyer zurück zu kommen, so habe ich mich früher wie Sie wissen, zum Theil aus Mitleid für ihn, seiner warm angenommen. Ich habe nicht auf Dankbarkeit, wohl aber auf etwas Anhänglichkeit gerechnet. Wie ich seine Ansichten angegriffen und bekämpft habe, so war ich vollkommen darauf gefasst, von ihm meine Anschauungen critisirt zu sehen. Ich habe gar Nichts dagegen einzuwenden, im Gegentheil ich liebe das, selbst von einem

unklaren oder besser so wenig scharfen Kopf wie Erlenmeyer ist; aber auf so bubenhafte Auslassungen, wie Erlenmeyer in die Welt geschickt hat, war ich nicht gefasst.

Sie sagen, Erlenmeyer wird das nicht wieder thun. Ob oder ob nicht, ist mir wirklich gleichgültig. Mein Vertrauen, welches ich einst zu Erlenmeyer gefasst hatte, ist verschwunden und kommt nicht wieder; dazu bin ich zu alt und erfahren genug. Sollte ich ihm einmal begegnen, so werde ich ihn, wie ich das auch bei Kekulé thue, höflich behandeln, aber darüber hinaus kann und mag ich nicht.

Da haben Sie meine Meinung. Verlorenes Vertrauen kommt in meinem Alter nicht wieder.

Ich veröffentliche eben meine Arbeit über Darstellung von Salicylsäure und Paraoxybenzoesäure, und habe nachträglich die interessante Beobachtung gemacht, dass Kalium-Phenol bei 180° - 200° C im Kohlensäurestrom erhitzt, fast reine Paraoxybenzoesäure, dagegen bei 130° - 140° fast nur Salicylsäure liefert. Es ist also nicht blos die Natur des Metalls, sondern auch die Temperatur, welche auf das Ergebnis influirt.

Mit freundlichem Gruss und der Bitte um baldige Antwort

Ganz der Ihrige H. Kolbe

Brief Nr. XXVIII.

Erlenmeyer an Hlasiwetz; München, 28. November 1874 (Dt.Mus.

1968-128/21)

Briefentwurf

Hochverehrter H. College!

Ihr gestriges Telegr. ist leider zu spät gek. Ihre Abh. ist bereits seit 14 Tagen gedruckt und ich habe betr. Aushängebogen schon seit 10 Tagen in Sendung. Es ist zwar nicht angenehm aber so schlimm ist es nicht, die Chemiker sind auch Menschen un(d) errare ist nun einmal humanum, das lässt sich nicht ändern. Wir können nicht ausrufen: W(er) kann mich einer Sünde zeihen? Wer soviel werthvolle Wahrheit in die Welt gesetzt hat, der kann auch einmal einen error machen das schadet nichts man wird höchstens sagen, man sieht daraus, dass so etwas dem Besten passiren kann. Wenn Sie im Stande sind eine Berichtigung in den nächsten Tagen einzusenden, so will ich Sorge tragen, dass sie noch in das laufende Heft eingesetzt wird. Aber nach meiner unmassgeblichen Me(inung) ist es im vorliegenden Fall geboten sich nicht zu übereilen. Es wäre ja nun noch mögli(ch), dass eine Isomerie vorläge, die aber nur in s(o) geringer Differenz in den Eigenschaften zu Tage tritt, dass ein 4^{tes} Isomer nach den landläufigen Theorien unwahrscheinlich ist wür(de) mich nicht im Geringsten geniren, denn unsere Theorien sind nur Gesichtsp(unkte) unter welchen sich die bekannten Thats(achen) mehr oder weniger ungezwungen zusammen fassen lassen. Sie sind aber keine Schranke für die Forschung, sollen es wenigstens nicht sein. Wir müssen, das ist meine Ansicht in unseren Forschungen danach streben unsere Theorien zu rectificiren nicht zu verificiren. In der ganzen Entwicklungsgesch(ichte) unserer Wiss(enschaft) hat das letztere Streben jedesmal zu einem längeren Rückstand dann zu Streit und Hader und zuletzt erst zur Rectif. geführt. Warum also den schwierigeren dem leichteren und wie ich meine rationel-

lernen Weg vorziehen? Nur kein Dogma in der Wissenschaft) und kein Glauben an Autoritäten. Auch das finden wir in der Geschichte, je mehr die Autorität eines Gelehrten gewachsen war, umso leichter machte er Fehler. Doch wozu Sie mit solchen Gemeinplätzen langweilen? Genug also und herzlichen Gruss

Ihr ergebenster College Erlenmeyer

Anmerkung: Der Briefentwurf ist am rechten Rand beschädigt. Die in Klammern stehenden Wortergänzungen ergeben sich aus dem Zusammenhang.

Brief Nr. XXIX.

Weidenbusch an Erlenmeyer; Wiesbaden, 28. November 1874

(Dt.Mus. 1968-458/13)

Mein lieber Alter!

Mit grosser Freude habe ich ein Lebenszeichen von Dir empfangen, was in seinem einen Theil dem grünbrochirten Heft¹⁾ noch zumal Zeichen eines recht intensiven und fruchtbaren Lebens war und säume ich zunächst nicht Dir wegen Göring's zu erwidern, dass ich schon seit letztem Frühjahr eine Wahl in dem Sinne getroffen habe, den ich Dir immer als mein "Anliegen" bezeichnete und, wenn auch gerade nichts besonders perfektes, doch soviel erzielt habe, dass ich das Verhältnis nicht mehr zu ändern vermag und daher Deinem bedauernswerthen Candidaten überlassen muss, andere Wege einzuschlagen, die in dieser verkrachten Zeit wohl recht dornenvoll bleiben werden.

Dein Opus über Liebig¹⁾ habe ich mit vielem Interesse gelesen und wenn Du meine Meinung darüber hören willst, so will ich Dir auch nicht vorenthalten, dass ich Deiner früheren Rede über die Methode des chem. Unterrichts p.p.²⁾ den Vorzug einräume. Es liegt dies offenbar darin, dass Deine Begabung weit mehr eine kritische als historische ist und das kritische Moment müsste selbstverständlich in einem Werk des Gegenstandes, wie das Liebig'sche auf ein minimum zurücktreten. Ich bin recht begierig, ob die Allgem. Zeitung sich damit auch noch beschäftigen wird, die den Liebigiana mit Vorliebe bis jetzt cultivirt hat, weil sie abgesehen von L's Bedeutung an ihm auch einen unschätzbaren Mitarbeiter verlor.

Mein neuestes Speculationsterrain ist jetzt der Most, worüber ich Dir auch eines der so sehr beliebten Circulare beilege, woraus Du alles Nähere ersehen wirst. Glaubst Du, dass damit als medicinisches Mittel dorten anzukommen wäre, indem ich etwa dem Vorstand des ärztl. Vereins eine Probe zusendete, so will ich auch dahin

meine Arme noch ausstrecken, die bisher nur nach den nordischen Ländern, wo keine Reben wachsen, gerichtet sind, allerdings reagirt auch wider Erwarten die Schweiz. Da mich bei dem guten Jahrgang die Weinschmiererei etwas im Stiche lässt, so muss ich rasch auf etwas neues sinnen und dehne die Sache nun noch aus, indem ich aus den Obstsäften Extracte, Punschessenzen etc. aufs Tapet bringe, alles noch nicht dagewesen! und wie Du siehst mit neuer anonymer Firma, weil ich meinen Namen lieber für mich behalte!

Was Du nun über das Concert schreibst, frappirte mich sehr, denn ich währte Dich längst wieder in H. Deine Auguste hat sich indes immer noch nicht bei uns sehen lassen, während wir ihr freundlichst unser Nachtquartier zur Verfügung stellten, so oft sie die Symph. Concerte besuchen will, die wirklich ein seltener Genuss sind.

Inzwischen mit alter Freundschaft und bestem Gruss an Deine Gattin

Dein treuer H. Weidenbusch

Circular des Portos wegen extra!

- 1) "Über den Einfluss des Freiherrn Justus v. Liebig auf die Entwicklung der reinen Chemie." 1874 (Literaturverzeichnis (104))
- 2) "Die Aufgabe des chemischen Unterrichts gegenüber den Anforderungen der Wissenschaft und Technik." 1871 (Literaturverzeichnis (103))

Brief Nr. XXX.

Kolbe an Volhard; Leipzig, 16. Dezember 1874 und 15. April 1875
(Dt.Mus. 3676)

Lieber Volhard!

Sie sagen in Ihrem letzten Briefe "ich hoffe, Sie verdenken mir diese Opposition nicht". Sie kennen mich zu gut, um darüber nicht im Zweifel zu sein, dass ich jegliche freie auch gegen mich gerichtete Meinungsäußerung respectire und oft höher schätze als blinde Zustimmung, wenn jene wirklich aus dem Herzen kommt und ehrlich gemeint ist.

Und doch bin ich etwas böse auf Sie, deshalb weil Sie aus meinem chemischen Rückblick Dinge herausgelesen haben, welche wirklich nicht darin stehen, und welche ich nicht habe aussprechen wollen, noch ausgesprochen habe.

Ich theile ganz Ihre Meinung, dass Kekulé, Baeyer, Graebe auch Liebermann, wie V. Meyer und Lossen schöne, sogar sehr schöne Arbeiten geliefert haben, wenngleich ich die Leistungen von Hlasiwetz und Fittig weniger hoch stelle als Sie. Sogar Liebermanns wie Sie meinen "musterhafte" Arbeit über Coerulignon ist ganz nett, die Chemie würde aber keine Lücke haben, wenn dieselbe fehlte.

Ich gebe Ihnen das zu bedenken, dass Kekulé, Baeyer, Graebe auch Hlasiwetz und der eitle langweilige Fittig ihre Studien zu einer Zeit gemacht haben, wo noch das Blut der soliden Liebig'schen Schule in den Adern der Chemiker pulsierte, und ich behaupte dreist, alle diese würden viel mehr geleistet haben, wenn sie das geblieben wären, was sie ursprünglich gewesen sind, nämlich Chemiker, und wenn sie nicht Metaphysiker geworden wären, deren chemische Theorien so billig sind wie Brombeeren.

Wenn Sie meinen Rückblick aufmerksam durchlesen, so werden Sie darin dasselbe Bedauern und dasselbe Mitleid mit den unglücklichen jungen Chemikern, wie sie jetzt in Göttingen, Würzburg,

Tübingen, Greifswalde und Berlin und ich füge Bonn hinzu, ausgebildet oder richtiger verbildet werden, ausgesprochen finden, wie Sie es aussprechen. Ich habe ja S. 219 auch gesagt, an dem Verbilden unserer chemischen Jugend tragen nicht bloss die Lehren der modernen Strukturchemie, sondern auch manche Lehrer die Schuld.

Die unschuldige Strukturchemie, wie sie von Butlerow, glaube ich, zuerst gepredigt worden ist, anzugreifen, ist mir nicht eingefallen, hat doch Butlerow, meine Ideen über die chemische Constitution der Verbindungen sich aneignend, kaum etwas mehr gethan, als das Wort "Struktur" für Constitution eingeführt.

Sie werden beim aufmerksamen Lesen meines Rückblicks finden, dass ich weniger die Strukturchemie, als die moderne Strukturchemie in ihren tollen Auswüchsen heftig angegriffen habe, die Chemiker, welche mit kindischem Eifer Ortsbestimmungen machen und wissen, wie eine Verbindung am Ende wie sie in der Mitte aussieht.

Diesen Angriff habe ich nicht unterlassen und den Chemikern nicht ersparen können, welche sich getroffen fühlen. Am wenigsten gehört zu diesen Kekulé. Dieser hat sich einmal mit seinem Benzolring und den Schwingungen der Atome im Benzolring vergalloppt, sieht aber, wie ich bestimmt zu wissen glaube, mit souveräner Verachtung auf die Chemiker herab, welche seine an und für sich gewiss geistreiche aber haltlose Idee als Unfehlbarkeitsdogma betrachten. Kekulé, von Allen diesen Leuten der Verständigste, wird seinerzeit der Erste sein, der sich von seinem Kinde lossagt. Dass heut zu Tage meist lederne langweilige chemische Arbeiten, auch von Fittig, Hübner, Limpricht selbst und wie die Kerls alle heissen gemacht werden, daran ist die schiefe Richtung schuld, die sie genommen haben, theils freilich auch der Mangel an allgemeiner Bildung. Ich frage Sie, weshalb machen Sie, Volhard, denn schöne Arbeiten, an denen sich das chemische Herz erfreut? Einfach deshalb, weil Sie einen soliden Weg gehen, weil Ihnen die Thatsache und Beobachtung höher steht als die Speculation etc.

Leipzig, 15. April 1875

Bis hierher war ich mit meinem Schreiben im vorigen Jahr gekommen, als ich beim Aufräumen meines Arbeitstisches diesen unvollendeten Brief aus Versehen unter andere Papiere kramte und ihn nachher nicht finden konnte. Ich war deshalb so verdriesslich über mich selbst, dass ich mich nicht entschliessen konnte, noch einmal zu schreiben. So sind Sie denn bis heute ohne Antwort geblieben, wo der Zufall wollte, dass ich den alten Brief an nicht vermutheter Stelle in meinem Schranke wieder fand.

Ich habe der ersten Abtheilung Nichts mehr hinzuzufügen, als die Bemerkung, dass wir gewiss viel mehr solidere ich möchte sagen gebildeterere Arbeiten lesen würden, wenn nicht so viele Professuren der Chemie mit Apothekern besetzt wären. Apotheker ist und bleibt Apotheker, im Grossen klein, und im Kleinen gross, dabei philisterhaft, aufgeblasen und halb-gebildet. Betrachten Sie Fittig, Carius, Erlenmeyer, Limpricht und wie die Kerls alle heissen, die alle Chemiker sein wollen, und doch nur halbgebildete höhere Apotheker geblieben sind. - Doch genug davon.

Wie steht es mit Ihren Aussichten auf Liebigs Stelle? Nachdem Kekulé abgelehnt hat unter der Bedingung, dass ihm sein schlechtes Laboratorium umgebaut werde, ist man mit Baeyer in Verhandlung getreten, der auch keine Lust haben soll. Ich meine Ihre Aussichten steigen damit immer mehr. Man wird doch nicht Fittig berufen wollen?

Mir und den Meinigen geht es wohl, nachdem ich mich von einem Hexenschuss ziemlich erholt habe, den ich mir vor 14 Tagen in Braunschweig kaufte.

Heute in 8 Tagen beginnt das Sommersemester, vor dessen Arbeit und Hitze ich mich einigermassen fürchte. Ich bin eben wieder darüber aus zu versuchen, ob es mir gelingt Indigblau künstlich zu machen.

Leben Sie wohl und seien Sie nicht böse über das lange Ausbleiben

meiner Antwort. Noch eins! Macht Hofmann noch keine Anstrengung, die Redaktion der Annalen nach Berlin zu bringen und die Annalen zur Magd der chemischen Gesellschaft zu machen?
Mit bestem Gruss auch von meiner Frau

Ganz der Ihrige H. Kolbe

Brief Nr. XXXI.

Winter'sche Verlagshandlung an Erlenmeyer; Leipzig, 5. April 1875
(Dt.Mus. 1968-474/7)

Sehr geehrter Herr!

Vor nun länger als einem Jahr erhielten wir von Ihnen einen Brief, in welchem Sie uns schrieben, dass Aussicht vorhanden sei, den Druck Ihres Lehrbuchs der organischen Chemie im Herbst 1874 wieder aufnehmen zu können. Leider sind nun diese Aussichten, über welche wir so erfreut waren, wieder nicht zur Wirklichkeit geworden, weshalb wir denn hiermit aufs neue bei Ihnen anfragen, ob der von uns so dringend gehegte Wunsch, Ihr Lehrbuch vollendet zu wissen, jetzt seiner Erfüllung näher gerückt ist.

Mit ausgezeichnete Hochachtung ergebenst

C. F. Winter'sche Verlagshandlung

Brief Nr. XXXII.

Winter'sche Verlagshandlung an Erlenmeyer; Leipzig, 12. Juli 1875

(Dt.Mus. 1968-474/8)

Sehr geehrter Herr!

Ihr letzter die Weiterführung des Lehrbuchs der organischen Chemie betreffender Brief war vom 3. April v. J. Sie hatten damals die Güte uns zu schreiben, dass Ihnen selbst an der Vollendung des Buches sehr viel gelegen wäre und dass im Herbst 1874 der Druck wieder aufgenommen werden könnte. Letzteres ist leider nicht möglich geworden, doch hoffen wir, dass diesmal nicht Krankheit Sie an der Ausführung Ihres Planes behindert hat. Wir nehmen daher hiermit aufs neue Gelegenheit bei Ihnen anzufragen, ob nunmehr der Druck wieder beginnen kann.

Mit ausgezeichnete Hochachtung ergebenst

C. F. Winter'sche Verlagshandlung

Brief Nr. XXXVIII.

Winter'sche Verlagshandlung an Erlenmeyer; Leipzig, 5. Januar 1876

(Dt.Mus. 1968-474/12)

Sehr geehrter Herr Professor!

Ihre werthe Correspondenzkarte vom 31. December ist uns richtig
zugekommen, und haben wir das Vergnügen, Ihnen hiermit

1 Staedel Jahresbericht. Zweiter Jahrgang

1 Will, Anleitung zur chemischen Analyse.

1 " , Tafeln.

1 Neues Handwörterbuch der Chemie. Lief. 18.

zu übersenden.

Zugleich erwidern wir die uns gütigst zum neuen Jahre gesandten
Wünsche auf das Beste.

In der Hoffnung, dass das Jahr 1876 auch in Bezug auf die Fort-
setzung des Lehrbuchs der organischen Chemie sich zu einem gün-
stigen gestalten möge, empfehlen wir uns Ihnen
mit ausgezeichnete Hochachtung ergebenst

C. F. Winter'sche Verlagshandlung

Brief Nr. XXXIV.

Lothar Meyer an Erlenmeyer; Tübingen, 23. Mai 1876 (Dt.Mus.

1968-241/3)

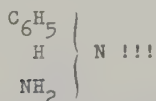
Lieber College.

Endlich sende ich Ihnen hinbei Ihre Separatabzüge mit bestem Danke zurück. Ich lege denselben ein Stück Correcturbogen bei, aus dem Sie sehen werden, dass ich Ihre Notizen benutzt habe. Es ist mir lieb, dass Sie mich von dem Schein eines Plagiators, wenn auch nur im kleinen Maßstabe, befreit haben. Ich kannte Ihre Abhandlungen nicht, denn in jener Zeit hatte ich nicht Geld Ihre Zeitschrift zu halten, und Löwig hielt sie grundsätzlich nicht, weil ihm die neue Chemie damals noch sehr unangenehm war. So habe ich Ihren Ausdruck noch einmal erfunden oder, richtiger gesagt, aus der Wislicenus'schen Form zurück übersetzt.

Hoffentlich geht es Ihnen gut, wie mir. Die Tübinger Luft behagt mir sehr gut. Ich bin hier entschieden frischer und leistungsfähiger als in Karlsruhe.

Was sagen denn Sie dazu, dass jetzt Kolbe die Leute hofmeistert, wenn sie die Formeln nicht typisch von oben nach unten schreiben?

Wenn Fischer schreibt $C_6H_5-NH-NH_2$, so schreibt Kolbe



das ist doch dreimal verdrehte Welt!

Prosit! Mit bestem Gruss

Ihr Lothar Meyer

Brief Nr. XXXV.

Max Wassermann an Erlenmeyer; Paris, 8. Juni 1876 (Dt.Mus.

1968-454/8)

Geehrter Herr Professor!

Schon längst habe ich an Sie einige Zeilen richten wollen, bin aber immer durch unvorhergesehene Umstände davon abgehalten worden, und so kommt es denn, dass einige angefangene Briefe ihrer Beförderung heute noch harren.

Seitdem ich München verlassen habe, habe ich ziemlich viel gesehen was chemisches Arbeiten anbelangt. Ich benütze meine Zeit hier mehr dazu um zu sehen, als um selbst zu arbeiten. Es machte auf mich einen ganz sonderbaren Eindruck als ich zum ersten Male das Laboratorium der Sorbonne betrat. In seiner Grösse stellt es sich ungefähr gleich mit einem der Lichthöfe Ihres Laboratoriums, ist im Ganzen ungeheuer schlecht eingerichtet und veraltet. Der eigentliche Vorstand, Saint Claire Deville, lässt sich gar nie sehen, der Director, Schützenberger, kümmert sich um seine Arbeit über die Albuminoide, und die beiden sous-directeurs, Clermont und Grimaux lassen thun und treiben was die Schüler wollen. Die Schüler, zu drei Viertheilen Anfänger, bekommen eigentlich keinen Begriff von einem regelrechten Arbeiten, und liefern täglich Stückchen die höchst lächerlich sind. So verlangte einer vor circa 4 Wochen "un morceau de chlore pour reduire en vapeur". Derselbe versuchte in feuchten Gefässen absoluten Alkohol zu bereiten, und ein anderer war höchst erstaunt, als einer der Eleven ihm sagte, dass bei der Behandlung die er vornimmt, nämlich Glycerin mit HNO_3 und H_2SO_4 , er einen explosiven Körper darstellt, und das besser unterlassen soll. Und all diese Dummheiten haben ihren Ursprung darin, dass das Laboratorium keine Assistenten hat, und die obengenannten drei Herren sich ausschliesslich um sich bekümmern. Man beschäftigt sich im Laboratorium hauptsächlich mit Brenztraubensäure und Eiweiss. Grimaux und Clermont arbeiten über

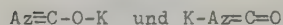
erstere. Grimaux hofft von ihr aus zu den Säuren der Harnsäure Gruppe zu gelangen und hat die Parabansäure auch aus dem Brenztraubenharnstoff erhalten. Er studirt jetzt die Verbindungen der anderen Aldehyd- und Ketonsäuren (solche heisst er die welche -CO- enthalten) mit Harnstoff. Ausserdem beschäftigt ihn die Synthese der Citronensäure aus dem Markownikoffschen Dichloracetone CH^2Cl , mit KCy und HCy. Zweien seiner Schüler an der



Ecole polytechnique gelang die Synthese der Citronensäure; wie weiss ich nicht. Grimaux ist auch der einzige der Franzosen der sich in den theoretischen Anschauungen den Ihrigen nähert. Im Allgemeinen will man hier von dieser Betrachtungsweise nicht viel wissen, und werde ich häufig geneckt über meine Aussagen vom Stande der hier rationell genannten Formeln. Die Ameisensäure von einer Seite als Aldehyd betrachten zu können kommt den hiesigen Chemikern drollig vor. Wurtz, dessen Vorlesungen ich höre, ist ein entschiedener Gegner der Fünfatomigkeit des Stickstoffs, wie es mir scheint. Er schrieb zum Beispiel Cyanaethyl und Aethylcarbamin:



Cyansaures und Isocyansaures Kali:



Seine Vorlesungen sind sehr interessant, er macht sehr schöne Experimente, und ist der reinste Schauspieler. Es ist hier Sitte im Frack zu lesen, und sieht Wurtz sehr drollig aus wenn er sich ganz weiss gemacht hat mit Kreide und dann noch Wasser darauf spritzt. Die Vorlesungen dauern hier $1\frac{1}{2}$ Stunden, ohne Academisches Viertel. Bei Wurtz (persönlich kenne ich ihn noch nicht) geht das noch an. Hingegen ist Troost zum Töten langweilig. Er schrieb noch in alter Weise wie Ste. Claire Deville, dessen

letzte Vorlesung ich noch hörte, und hat einen einschläfernden Vortrag. Im persönlichen Verkehr ist er mir lieber, als wie als Lehrer. Friedel habe ich in der Societé chimique kennen gelernt, ebenso Silva, der zu meinem grossen Erstaunen Neger ist. In der Societé chimique geht es manchmal drollig her. Unlängst sprach ein Hr. Terreil "über das Dulong-Petit'sche Gesetz"*. Seine Formeln sind den Dulong Petit'schen umgekehrt und alle halbiert. Dagegen erzählte er nur von 1werthigem Stickstoff.

Die verschiedenen Laboratorien habe ich noch nicht besucht, werde es jedoch noch vor den Ferien thun. Das unsrige soll zwar das best eingerichtete sein, Troost lud mich ein das Laboratorium der Ecole normale zu besuchen. Das Cahour'sche in der E. p. kann ich nicht sehen, ebenso wenig dort eine Vorlesung hören. Berthelot's ist nicht weit. Schützenberger wird wahrscheinlich Professor am Collège de France werden, an Stelle des verstorbenen Balard. Es ist gelungen was er deshalb zu laufen hat, denn er muss all die Herren vom Collège u. der Akademie besuchen. Die Herren dieser beiden Cooperationen legen nämlich dem Minister je eine Liste vor, aus welcher dieser dann wählt. Hier muss man also sich melden, und auch bei der Akademie muss dies geschehen um Mitglied zu werden.

Die chemische Arbeit die jetzt am meisten von sich reden macht ist die von Lecoq de Boisbaudran über das Gallium. Dieser Herr ein Schnapshändler aus Cognac, wurde dieser Arbeit halber unlängst zum chevalier de la légion d'honneur ernannt. Er erhielt aus 435 Kilo Mineral $\text{O},10$ grms Metall und zeigt das mit dem grössten Vergnügen. Es ist ein weisses Metall das bei $29,5^{\circ}$ schmilzt, zerbrechlich und hart ist.

Ich habe mich alserste Arbeit mit der Darstellung der Amidoacryl-

*Er glaubte was neues zu haben und sprach eine Stunde lang über "die Bestimmung der specifischen Wärme".

säure aus CH^2 beschäftigt, erhielt als Product aber nur

$$\begin{array}{c} \text{CH}^2 \\ || \\ \text{CBr} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$$

Schmiere, in allen Lösungsmitteln unlöslich. Dann ging ich an die Darstellung der normalen Brenzweinsäure aus der Simpson'schen Oxypyroweinsäure. Das Cyanür Cy $\text{CH}^2\text{CHOH CH}^2\text{Cy}$ aus Dichlorhydrin kann ich nicht erhalten. Ich habe mich dann, ohne die Brenzweinsäure aufzugeben, an die Synthese der Brenztraubensäure aus Dichloraceton CHCl^2 gemacht indem ich auf 135° mit Wasser erhitzt,

$$\begin{array}{c} \text{CO} \\ | \\ \text{CH}^3 \end{array}$$

und indem ich das Dichloraceton mit Bleinitrat (2ter Versuch) auf aufsteigendem Kühler erhitzte. Ich glaube zu reussiren, indem ich einen braunen Syrup erhalte, der ganz genau wie Brenztraubensäure riecht. Ausser diesen beiden Arbeiten mache ich mit Grimaux eine, die eine neue Synthese organischer Säuren geben soll. Berthelot hat durch Einwirkung von CO auf $\text{C}^2\text{H}^5\text{ONa}$, wenig Natriumpropionat erhalten, dagegen einen Körper der mit H^2O , $\text{C}^2\text{H}^5\text{OH}$ und NaHCO^2 gibt. Dieser hat also wahrscheinlich die Constitution $\text{C}^2\text{H}^5\text{-O-C-Na}$

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{O} \end{array}$$

und wird mit Amyliodür, NaJ, und $\text{C}^2\text{H}^5\text{-O-C-C}^5\text{H}$ Capronsäureaethyl-

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{O} \end{array}$$

ester geben. Ich hoffe dass das gelingt.

Im grossen Ganzen gefällt mir Paris sehr gut, aber weniger als chemischer Ausbildungsplatz. Hier arbeitet man weniger gründlich als in Deutschland, und viel unschöner. Die Leute reinigen keine Zwischenproducte und arbeiten über alles hinweg. Ich werde sehr froh sein wenn mein Exil vorüber ist, das Jahr vorbei und ich wieder zurück kann in meine alte Bequemlichkeit. Hier muss man für jede Kleinigkeit laufen, und kann nur sehr wenig haben. Ehe ich nun schliesse sage ich Ihnen nochmals meinen besten herz-

lichsten Dank, für die Mühe die ich Ihnen verursachte, und bitte Sie mir meine Fehler zu verzeihen. Bitte Ihre Frau Gemahlin bestens zu grüssen, ebenso meine Bekannten im Laboratorium, und seien auch Sie 1000mal herzlichst gegrüsst von Ihrem dankbaren Schüler

Dr. Max Wassermann

39 rue des Ecoles

Brief Nr. XXXVI.

Kolbe an Volhard; Leipzig, 9. Juni 1876 (Dt.Mus. 3681)

Lieber Volhard!

Ich habe Ihren Brief vom 7. d.M. erhalten, und lerne daraus mit Bedauern, dass Ihr wissenschaftlicher Verkehr mit Baeyer auf Ihre chemischen Anschauungen und Urtheile nicht ohne Einfluss geblieben ist. Wenn Sie meinen, dass meine Critiken keinen Erfolg haben werden, so kann ich darüber nicht mit Ihnen streiten, die Zeit wird's lehren. Als ich im Anfange der 60iger Jahre in ähnlicher Weise, wie jetzt den Struktur- und Bindungsschwindel, die Typentheorie und ihre fanatischen Anhänger bekämpfte, wurde mir auch von vielen Seiten gesagt, ich kämpfte gegen Windmühlen und werde keinen Erfolg haben. Glauben Sie mir, in 10 Jahren wird sich in unserer Wissenschaft auch ein Umschwung der Ansichten vollziehen, wozu mitgewirkt zu haben ich mir zur Ehre anrechnen werde. Sie sagen, meine Critiken würden nur den Erfolg haben, dass ich mir nach und nach alle Chemiker in Deutschland entfremde. Das mag wenn auch nicht bei Allen, aber doch bei Manchen der Fall sein d.h. für einige Zeit; aber ich frage Sie, hat Liebig je sich abhalten lassen, seine Ueberzeugung in Critiken und sonst auszusprechen, aus Besorgnis, er würde sich dadurch Viele entfremden? Wenn ich hier mich neben Liebig stelle, so bitte ich ja nicht zu meinen, ich masse mir an, mich überhaupt ihm an die Seite zu stellen. Das aber glaube ich mit ihm gemein zu haben, dass, wo das Interesse der Wissenschaft in Frage steht, ich persönliche Rücksichten nachstelle.

Die Chemiker, welche sich heute von mir verletzt fühlen, ich meine die gute Sorte derselben (nicht so Hübner, Limpricht etc.) werden demnächst mir wieder freundlich entgegenkommen, wenn sie haben einsehen lernen, dass sie auf schiefer Bahn wandelten.

Ich bedaure, Ihre sachlichen Einwendungen meiner Kritik von Fischer's Arbeit hier nicht weiter besprechen zu können. Wenn Sie

meine Kritik mit Ihren früheren Augen und nicht mit denen Fischer's und Baeyer's noch einmal unbefangen und aufmerksam durchgehen wollen, so werden Sie anders urtheilen. Die meisten Ihrer Einwendungen betreffen Nebensächliches. Ja, nehmen Sie es mir nicht übel, ich finde darin sogar einige Entstellungen des Sachverhaltes. Ich vermüthe, dass Fischer-Baeyer mir nächstens Veranlassung geben werden, mich eingehender, nicht gerade über die Hydrazine, sondern über das moderne unexakte Formelspiel der modernen Chemie auszusprechen.

Sie wissen ich schwärme nicht für Frankreich, obgleich ich die Kraft, die im Lande wie im Volke steckt, bewundere; aber ich verhehle mir nicht, dass wenn Preussen so fortfährt, die Chemie zu ruiniren, dadurch dass es mit den unfähigsten Menschen (zuletzt noch Zincke in Marburg) die ordentlichen Professuren der Chemie besetzt, so wird bald die Zeit wiederkehren, wo, wie im zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts, die deutschen Chemiker, um sich in der Chemie auszubilden, nach Paris gehen.

Wie damals, wo in Deutschland alles sich für Hegel-Schelling'sche Naturphilosophie begeisterte, dieser Schwindel in Frankreich gar keinen Boden fand und Frankreich eben dadurch in der Wissenschaft uns weit überragte, so halten sich auch jetzt die Französischen Chemiker, mit alleiniger Ausnahme von Wurtz, von dem naturphilosophischen Schwindel der modernen Struktur- und Bindungschemie frei, und sie werden dadurch wieder einen Vorsprung vor uns gewinnen. Sie fragen mich was ich von Hofmann's resp. der Berliner chemischen Gesellschaft Vorschlag bezüglich des Liebig Denkmals halte. Das ist einfach gesagt. Da das Liebig-Denkmal (zur Schande der ehemaligen Preussischen Regierung) nicht in Berlin seinen Platz haben kann, so gönnen die erbärmlichen Berliner ein gutes Denkmal München nicht, und streben darnach, dass durch Zersplitterung der Geldmittel Nichts Ordentliches zu Stande komme. Das gibt zudem wieder Gelegenheit für die eitlen Berliner Herren, von sich reden zu machen.

Man lege sich doch nur einmal die Frage vor, was würde Liebig selbst antworten, wenn er sich darüber entscheiden müsste oder hätte entscheiden müssen, ob er München oder Giessen als den passenden Platz zur Aufstellung eines Denkmals ansehe. Niemand wird im Zweifel sein können, dass er München genannt haben würde. Mir geht es wohl. Ich war zu Pfingsten einige Tage in Cassel, Göttingen und Braunschweig, habe auch Otto besucht, der, obwohl seine Kopfwunden noch immer nicht ganz geheilt sind, doch die Hälfte seines Tages ausser Bett ist. Dabei ist er geistig sehr frisch und lebendig. Er erzählte mir mit lebhaftem Interesse von mehreren hübschen Arbeiten, die er kurz vor dem Attentate fertig gemacht hat, und die er demnächst veröffentlichen wird.

Ihre Mittheilung über Quecksilbertitrirung mittels Rhodansalz hat mich gefreut. Ich werde Ihnen nächstens auch verschiedene chemische Neuigkeiten aus meinem Laboratorium mittheilen. Wir haben u.A. eine zweibasische einfach carboxylirte und eine dreibasische zweifach carboxylirte Salicylsäure dargestellt, beide schön krystalisirende beständige Säuren, welche wie die Salicylsäure ausserdem noch Substitution des Wasserstoffatoms im Hydroxyl gestatten, so dass in der dreibasischen Säure im Ganzen 4 Wasserstoffatome substituierbar sind.

Mit freundlichem Gruss

Der Ihrige H. Kolbe

Bitte heben Sie diesen Brief auf. Ich habe davon keine Abschrift genommen. Es könnte sein, dass ich über kurz oder lang noch einmal Einsicht davon nehmen möchte. d.O.

Brief Nr. XXXVII.

Volhard an Erlenmeyer; Erlangen, 22. August 1879 (Dt.Mus.

1980-15B/29)

Lieber Erlenmeyer!

Ihre Sendung habe ich eben erhalten, ebenso die Abh. von Kachler u. Suida. Besten Dank für Ihre freundlichen Zeilen. Ich beneide Sie um Ihren Aufenthalt am schönen See - ich kann nicht fort; es geht mit der Einrichtung des Neubaus nicht voran wenn ich da bin, gehe ich weg so steht Alles still. Michaelis ist ja entsetzlich fruchtbar; nachsehen muss ich aber doch ob nicht schon Alles des breiteren in den B.B. steht - wie es mit Suida der Fall ist. Machen Sie den Übersendern Empfangsanzeige? Manuscript-Vorrath sehr gross. Rasche Publication scheint mir übrigens jetzt nicht mehr nothwendig da ohnehin der Rahm schon in den Berichten. Die Notiz von Kurz habe ich nicht mehr, wahrscheinlich als handschriftlich nicht aufhebenswerth beim Umzug vernichtet; macht nichts. Mohr in Bonn hat mich mit einer ganzen Reihe von Abhandlungen überschwemmt, in welchen die Atomtheorie klein gemacht, mit Hohn übergossen und schliesslich begraben wird: "Die Avogadro'sche Hypothese sitzt weinend am Grab der Atome". Ich habe ihm den ganzen Krempel zurückgeschickt mit einem Brief, der Ihnen Freude machen würde "die Atomtheorie weit entfernt sich begraben zu lassen würde uns höchstens einen spöttigen Blick zuwerfen oder etwa, je nach ihrem Bildungsgrad, einen Zipfel ihres Gewandes lüpfen zu unehrerbietiger Einladung" und dergl. im Mohr'schen Stil gehaltene Schnotterigkeiten. Heintz habe ich um Erlaubnis gebeten, 2 Abh. die er kürzlich über Acetonbasen gesagt hat, etwas kürzen zu dürfen. Ich wünschte sehr er ginge auf diesen Leim, dann haue ich ihm die 3 Bogen auf 3 Blätter zusammen. Ich habe eben meine Mangangeschichte an die Annalen gesendet, hoffentlich wird sie nicht beanstandet, obwohl nahezu 3 Bogen lang. Ihre Meinung betr. der Publication in den B.B. theile ich nicht.

Kopp's Abh. ist eine Gelegenheitsschrift, der er sich bei einem Besuch in Berlin nicht entschlagen konnte. Ich werde ihm übrigens doch noch darüber schreiben. - Ferien sind doch höchst wönig und am schönsten wenn man zu Hause bleibt. Wie sehr dieser Gedanke in meinem Inneren lebt, können Sie daraus entnehmen, dass er mir mitten in in meine tiefsinnige Entwicklung über Publication gerathen ist. Ich meine man muss unterscheiden zwischen jugendlichen Strebern und alten Hämorrhoidarien wie wir sind. Als Mitglied der ersteren Abtheilung würde ich auch in die Berichte machen; leider ist mir aber Jugend nur noch historischer Begriff und das Streben war von jeher nicht recht titanenhaft. Prendre date hat auch keine Bedeutung mehr gegenüber den modischen und anderen Ruga-Ruga. Nein, bleiben wir bei der soliden Veröffentlichung durch C. F. Winter und stimmen wir gegen die Erhöhung der Materialbeiträge auf 20 M. dies wird freilich nichts nützen des Indifferentismus der Kassen wegen, die sich Alles gefallen lassen. Ich habe sehr vor in Baden-Baden wenn möglich ein wenig zu intriguiren in dieser Richtung; bedaure aber nicht Ihre Maurer-Beredsamkeit zu besitzen. - Es ist doch sonderbar wenn man die dicken Bände der B.B. betrachtet, wo wäre all das Zeug veröffentlicht worden ohne BB? Wahrscheinlich wäre 3/4, als wirklich BB, gar nicht an das Tageslicht gekommen. Ich möchte wissen ob man nicht Heintz in die Berichte setzen könnte, es wäre das beste Mittel sie durch finanziellen Ruin von weiteren Ausschreitungen abzuhalten. Nach München werde ich jedenfalls im Lauf der Ferien kommen und Sie dann in Tutzing besuchen, vorausgesetzt dass meine Frau nicht vergisst den Frack einzupacken. Wann, kann ich aber noch nicht bestimmen. Jedenfalls hoffe ich Sie und die Ihrigen recht gesund u. munter wiederzusehen. Noch keine Aussicht Patriarch zu werden? Mit den herzlichsten Grüßen von Haus zu Haus

Ihr J. Volhard

Brief Nr. XXXVIII.

Volhard an Erlenmeyer; Erlangen, 2. August 1880 (Dt.Mus.
1980-15B/29)

Lieber Erlenmeyer!

Von Lossen liegt mir eine lange theoretische Abhandlung für die Annalen vor, in welcher die theoretischen Ansichten welche Sie in der Einleitung zu Ihrem Lehrbuch niedergelegt haben zwar durchaus anständig aber entschieden abfällig kritisirt werden. Lossen bekämpft die ganze Lehre von der gegenseitigen Bindung von Affinitätseinheiten; diese sey ein undefinirbarer Begriff, nicht Theile von Atomen oder Bruchtheile von Atomgewichten sondern ganze Atome greifen sich an. Die Abhandlung hat mich in hohem Grade interessirt, ist sehr gescheut und geschickt geschrieben nur bisschen länglich 5 Bogen. Ich theile Ihnen das mit um Sie zu fragen, wünschen Sie die Abh. vor der Drucklegung einzusehen oder geben Sie die Kinder Ihrer Jugend preis? Freitag geschlossen, diese Woche noch Examina - Samstag oder Sonntag hoffe ich fort zu kommen, muss zuvor noch Haufen von Manuscript durchfressen.
Mit den besten Grüßen

Ihr J. Volhard

Was macht Konyöcki (?)? sehr in Eile

Brief Nr. XXXIX.

Richard Meyer an Erlenmeyer; Chur, 28. November 1880 (Dt.Mus.

1968-242/2)

Mein Verehrtester!

Ihren Brief vom 21. hätte ich eigentlich sogleich beantworten sollen. Wenn man aber alle Zeit, welche die Schulmeisterei und die Laboratoriumsarbeiten übrig lassen auf ein Lehrbuch der arom. Verb. verwenden muss, so bleibt zur Correspondenz nicht viel zur Verfügung. Deshalb verzeihen Sie meine Lässigkeit. Zugleich mögen Sie aus dem Vorstehenden entnehmen, wie ich für meinen Theil die schwebende Frage nun definitiv entschieden habe, und ich hoffe, Sie werden mit mir zufrieden sein. Auch mich hat die Tripel-Allianz Kekulé, Schultz, Anschütz, die sich mir am Tage nach Absendung des letzten Briefes in Form der neuen Lieferung präsentirte, im ersten Augenblick ein wenig stutzig gemacht; ich fand aber bald, dass das Lehrbuch selbst eines Kekulé, wenn $3/4$ desselben 13 Jahre alt, so also veraltet sind, zwar sicher von allen Forschern auf dem Gebiete der organ. Chemie gekauft werden, im übrigen aber ein sehr kleines Publicum finden wird. - Ich habe also in Ihr "Druff" bereits practisch und mit thunlichster Energie eingestimmt. Wenn nur die Münchner Behörden anders denken und noch einen recht langen Zeitraum verstreichen lassen möchten zwischen der principiellen Annahme des Lehrens(?) mit kl. Controlle und ihrer practischen Durchführung! Dass Sie mir in puncto System etc. die volle Freiheit geben ist von Ihnen sehr liberal und dankenswerth. Mir werden Sie aber wohl darum das Recht nicht absprechen, mich stets zu erinnern, dass Sie "der alte Erlenmeyer" sind, dessen Ansicht für den zwar auch nicht ganz jugendlichen R. Meyer stets von grösstem Werthe sein wird und sein muss. Als die ersten Lieferungen Ihres Werkes erschienen, machte ich eben die ersten Versuche, mir mit einer Promotionsarbeit die Sporen zu verdienen. Da Sie aber nichts dagegen haben, so werde

ich nun freilich, schon wegen der Zeitersparnis, das System nach meiner Façon wählen - oder vielmehr ich habe es bereits gethan. Dass ich Ihre Bemerkungen über mein Buch nicht so ganz für baare Münze nahm, müssen Sie mir nicht zum Vorwurfe machen. Ich bin in meinem Leben nicht gerade mit überschwänglichen Lobeserhebungen verwöhnt worden und im allgemeinen nahezu zufrieden wenn man nur nicht über mich schimpft. - Damit hoffe ich, sind nun wohl alle etwaigen Steine des Anstosses oder wenigstens des Missverständnisses zwischen uns beseitigt, und es bleibt nur noch die Frage, wer hat seine Lieferung zuerst fertig? Ich armer, mit Stunden und allem möglichen überlasteter Schulmeister habe wohl wenig Aussicht, den Preis in diesem Wettkampfe zu gewinnen. Ob Ihnen wohl Lossens 100 Seiten in den Annalen sehr wehe gethan haben? "Meines Erachtens" haben Sie nicht allzuviel Ursache sich zu grämen. Mir scheint der gute L. kämpft einen Windmühlenkampf gegen Ansichten, die Niemand hat. Und seine Formeln, resp. seine Ansicht, welche die mehrfache Bindung beseitigen will, scheint mir - ich wollte sagen: ist "meines Erachtens" schon deshalb keine glückliche, weil sie das, doch bis auf das NO ausnahmslos geltende Gesetz der paaren Atomzahlen unpaarwerthiger Elemente unberücksichtigt lässt. - Nun genug, und seien Sie versöhnt! Mit bestem Gruss

Ihr aufrichtig ergebener Richard Meyer

Brief Nr. XL.

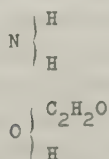
Lothar Meyer an Kolbe; Tübingen, 30. Januar 1881 (Dt.Mus. 3535)

Hochgeehrter Herr College,

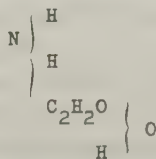
Meinen herzlichen Dank für Ihren freundlichen Brief v. 30. v.M. erhalten Sie einen ganzen Monat verspätet. Aber ich fand nicht die gewünschte Muse u. wollte doch nicht, wie man sagt, zwischen Thür und Angel schreiben. Heute wird es nun freilich doch nicht viel anders werden, da ich noch allerlei nothwendige Schreibereien zu besorgen habe. Die von Ihnen betonte Thatsache, dass ich die Zeit von 1848 bis 1860 "als Chemiker" nicht mit erlebt habe, ist ja im grossen und ganzen unzweifelhaft, wenn vielleicht nicht ganz in dem Grade, wie Sie denken. Die fünf Semester von Ostern 1854 bis Herbst 56, die ich bei Bunsen zubrachte, waren geistig sehr bewegt und anregend für mich; und später habe ich aus der Literatur jener ganzen Periode doch wohl auch mehr gelesen, als Sie glauben. Ich will aber gern zugeben, dass ich Gerhardt, Kekulé und Genossen im Verhältnis zu Ihnen mehr berücksichtigt habe, als den thatsächlichen, experimentellen Leistungen entsprach. Aber das hat seinen ganz natürlichen Zusammenhang, dessen Darlegung Sie mir hoffentlich nicht verübeln werden. Sie geben mir zu, dass Sie Ihren eigenen, Ihnen eigenthümlichen Gedankengang stets verfolgt, aber nur verhältnismässig selten völlig ausgesprochen haben, besonders früher. Hie u. da eine einzelne Äusserung, ein Lüften des Vorhangs, hinter dem Sie arbeiten; dann aber wieder vorsichtige Zurückhaltung, um den Thatsachen nicht vorzugreifen. Für einen Anfänger, dem nicht Ihre umfassende Sachkenntnis zu Gebote stand, war es schwer Ihre Abhandlungen ganz zu verstehen. Das habe ich sehr empfunden. Berzelius über organische Chemie zu lesen, war rein unmöglich. Lieber hätten wir den Minotaurus im Labyrinth aufgesucht. Da kam Gerhardt mit seinen Schablonen, in die alles hineinpasste, z.Th. freilich etwas zusammengehackt, aber es ging hinein. Die organische Chemie wurde wieder übersichtlich;

sie wurde zugänglich; was Wunder, dass wir jungen Leute uns dieses Schlüssels bedienten um zu lernen, was uns bis dahin fast unerreichbar gewesen war. Für mehr als bequeme didaktisch brauchbare Schablonen habe ich die Typen nie gehalten. Aber das waren sie, und darin liegt, meiner Ansicht nach, der colossale Erfolg Gerhardts begründet, der fast alle jungen Chemiker in sein Lager zog. Es haben ihrer sicher viele, wie ich es machte, Ihre Abhandlungen z.B. nur so gelesen, dass sie jede Formel in den betreffenden Typus umschrieben, um sie besser zu verstehen u. zu merken. Die damals schon fertigen Chemiker aber haben auch wesentlich zur Vermehrung des Einflusses, den Gerhardt u. nachher Kekulé übten, beigetragen durch etliche Unterlassungssünden. Die persönliche Ungunst Gerhardts wurde auch auf seine Ansichten u. sein Buch übertragen. Man ignorierte beide, d.h. man überliess ihnen das Feld; viele wie z.B. Bunsen, auch Wöhler zogen sich ganz von der organischen Chemie zurück. Hätten die Häupter sich nicht so schroff ablehnend verhalten, es wäre nie zu der Spaltung gekommen, die erst jetzt verschwindet. Hätte man einfach zugegeben, dass in jenen Schablonen auch ein vernünftiger Sinn stecke und sogar recht viele alte Anschauungen, hätte man sie gelegentlich einmal benutzt u. sie wenigstens nicht für Todsünden erklärt, so würde keine Märtyrerkrone sich um Gerhardts Haupt gelegt haben. Das nach uns kommende, jetzt studierende Geschlecht wird gar nicht mehr begreifen, wie man sich um Formeln u. Schablonen, in die doch jeder den Sinn legen konnte, den er wollte, so hat zanken können. Wir freilich wissen dass damals eine Formel für viel mehr galt als jetzt. Damals hatte sie bei allen Parteien die Bedeutung eines Evangeliums. Ich mit meiner Neumann'schen Königsberger Schulung habe das nie recht begriffen; natürlich, denn ich war nicht in der Sache gross geworden, sondern trat nach 1 1/2 jähriger, nur der Physik und Mathematik gewidmeter Pause wieder von aussen an sie heran. Meine Verwunderung über den Schablonenkultus wurde immer grösser, und als ich endlich eine Abhandlung von dem persönlich so ge-

schätzten Heintz las, in welcher er ausführlich darlegte, dass seine Formel des Glycocolls besser sei als die Kekulé's



(Kekulé)



(Heintz)

während sie ganz identisch waren, da setzte ich mich 1862 hin und schrieb die Mod. Theorien in der Hoffnung etwas zur Klärung beitragen zu können. Erst zwei Jahre später habe ich gewagt, sie drucken zu lassen.

Als einen zweiten grossen Fehler der älteren Chemiker sehe ich den Widerstand an, den sie der Wiedereinführung der Berzelius'schen Atomgewichte leisteten, die ihnen allerdings durch Gerhardt's verkehrtes Vorgehen erschwert wurde. Trotz der grossen Confusion auf der 1860er Versammlung in Karlsruhe, hätte man die Cannizzaro'sche Definition der Atomgewichte damals annehmen sollen. Es hätte das viel berechtigten Einfluss gerettet, der jetzt verloren ging. Ich möchte auch glauben, dass Ihre abfällige Beurtheilung des Kekulé'schen Benzolringes etwas weit über das Ziel hinaus schiesst. Dass viele junge Leute den für mehr halten, als er ist, gebe ich gern zu, u. das wird auch Kekulé zugeben. Aber warum soll man eine so bequeme Schablone nicht benutzen?

Seit 1864 habe ich mich bemüht, die Bedeutung der Hypothesen, Theorien u. Formeln auf das richtige Maass zurückzuführen und sowohl deren Ueberschätzung als ihre Verachtung zu verhindern. Dass ich mich dabei, trotz alles Strebens nach objektiver Unparteilichkeit, äusserlich mehr auf die Seite Kekulé's stellte, ist nach vorstehender Darstellung meines ganzen Entwicklungsganges wohl fast selbstverständlich. Ich habe in der zweiten Auflage versucht, mehr thatsächliches zu bringen u. dabei wiederholt auch Beispiele

aus Ihren Arbeiten genommen, z.B. Ihren Streit mit Wurtz über die Milchsäure. In der dritten Auflage habe ich hier wieder eine Einschränkung geboten gehalten, theils weil das Buch zu gross wurde, theils weil die Lehrbücher vieles jetzt bringen, was ich aufgenommen hatte. Ihre neuerdings im Zusammenhange veröffentlichten Hypothesen gaben mir Veranlassung wieder etwas mehr auf den Gegenstand in der 4ten Auflage einzugehen. Viel darin zu thun aber verbot mir auch jetzt der Raum u. die ganze Anlage des Buches. -

Doch ich bin schon fast zu lang geworden. Es wäre mir lieb, wenn ich einmal mündlich Ideen mit Ihnen tauschen könnte. Aber Ihrer freundlichen Aufforderung zu Ostern auch nach Gersau zu kommen, werde ich wohl kaum folgen können, da es mir unmöglich ist, die gewaltige Literatur der Thermochemie, die ich für das 3te Buch der Mod. Theor. durchstöbern muss, mitzuschleppen. Der Luft wegen brauche ich von Tübingen nicht fortzugehen; denn die ist hier sehr gut. Aber es würde mir Freude machen, Sie dort zu treffen, wenn ich nicht jenen Klotz am Beine hätte.

Schliesslich komme ich noch mit einer Bitte. Wie Sie vielleicht gehört haben, geht Staedel, der mein erster Assistent ist, nach Darmstadt. Die mit seiner Professur verbundene analytische Chemie wird als Privatdocent Dr. Seubert übernehmen. Ich brauche aber für die Beaufsichtigung der präparativ arbeitenden Praktikanten einen Assistenten, der soviel Uebung im Darstellen von Präparaten hat, dass er in landläufigen Dingen, den Studirenden Anleitung geben u. in schwierigeren Fällen sich aus der Literatur soviel Rath holen kann, dass er sich zu helfen vermag, wenn ich auch nicht da bin. Ich habe schon an verschiedenen Orten mich nach einem jungen Mann dieser Art erkundigt, bis jetzt aber noch keinen zu gewinnen vermocht. 1200 M ist freilich wenig, u. eine Wohnung kann ich nicht einmal bieten. Vielleicht aber wäre unter der grossen Zahl Ihrer Praktikanten doch einer, der geeignet u. geneigt sein würde.

In dubio ist mir einer mit Gymnasialbildung lieber als ein Real-schüler; aber das ist nicht entscheidend. Dass er geistig gewandt

und persönlich umgänglich sei ist mir sehr erwünscht; dass er sauber u. ordentlich arbeite ist mir ebenfalls nothwendig. Da ich zu Weihnacht auch meinen Vorlesungsassistenten entlassen habe, dem eine sehr gute Stelle in der Technik geboten wurde, so könnte ich auch einen solchen brauchen, falls ein junger Mann mir als dazu sehr geeignet empfohlen würde. Zur Noth könnte ich meinen jetzigen Stellvertreter behalten, wenn ich keinen erheblich besseren fände. Ich wäre Ihnen nun sehr dankbar, wenn Sie mich mit einigen wenigen Zeilen benachrichtigen wollten, ob auf Ostern junge Leute der bezeichneten Arten bei Ihnen zu finden sein werden. Vielleicht hat auch, im Falle Ihrer Verhinderung, Ihr Herr Schwiegersohn die Güte mir einige Zeilen zukommen zu lassen.

Verzeihen Sie, dass ich Ihnen mit einem so langen Briefe die Zeit verderbe. Aber ich hatte nicht Zeit genug, um einen kurzen zu schreiben.

Ich bin mit Wiederholung des Carnelleyschen Eisversuches beschäftigt. H. O. Pettersson hat mir seine Unart brieflich abgebeten, die ihm erlaubt worden war in den Berichten der Berliner abzu- drucken.

Mit den besten Wünschen für 1881, von dem freilich 1/12 schon dahin ist,

Ihr ergebener Lothar Meyer

Brief Nr. XLI.

Richard Meyer an Erlenmeyer; Chur, 5. November 1882 (Dt.Mus.

1968-242/3)

Hochverehrter Freund!

Unsere Correspondenz besitzt einen, man möchte sagen, vulkanischen Character! In langen Zeiträumen schweigt der Krater, dann plötzlich kommt eine Reihe heftiger Eruptionen, dann ist wieder alles still und Niemand kann ahnen, ob nicht eines Tages das Spiel von neuem beginnt. Ob diese Zeilen eine neue Eruptionsperiode eröffnen werden, oder ob sie nur eine vereinzelte Lebensäusserung des zeitweilig ruhenden aber nicht ausgebrannten Vulkans sind, vermag ich im voraus nicht zu entscheiden; Thatsache ist, dass im südlichen (Churer) Krater seit langem so etwas vorbereitet hat, und dass nur vielfache Ableitungen - vulgo Arbeiten und Geschäfte aller Art - den Ausbruch bis heute hingehalten haben.

Was mich schon seit Wochen mahnt, einmal wieder brieflich nach meinem "väterlichen Freunde" zu sehen, ist die Nachricht, dass Sie vor, oder vielleicht noch während der Ferien leidend waren. Ich hörte von neuralgischen Kopfschmerzen, und das muss wohl etwas arges sein. Konnten Sie mit Erfolg etwas dagegen thun? Und wie geht es Ihnen jetzt. Wie haben Sie die Ferien verbracht? Ich habe so lange gar nichts von Ihnen gehört, dass es mich endlich verlangt, einmal wieder Ihre Schrift zu sehen; ist ja die Ankunft Ihrer sprudelnden Briefe für mich immer gleichbedeutend gewesen mit dem Eintritt einer heiteren Stunde. Hoffentlich ist Ihr körperliches und geistiges Befinden wieder derart, dass sich Ihr frischer Humor an der Oberfläche hält. -

Aus der Einlage sehen Sie, dass ich mich nun doch einmal wieder einem Photographen als Modell überantwortet habe. Da will ich denn auch mit der Gegenleistung für das Bild, mit dem Sie mich damals erfreuten, nicht länger zögern.

Was machen denn Ihre Versuche über die Kekulé'sche Synthese? Meine

Epistel über diesen Gegenstand haben Sie seinerzeit nicht beantwortet. Wie Ihnen meine letzten Publikationen in den Berichten gezeigt haben, ist die Cuminsäure-Frage inzwischen glücklich erledigt worden; freilich ist der abnorme Schmelzpunkt vom ersten Versuche unaufgeklärt geblieben. Ich hätte nun eigentlich Lust, aus dieser Arbeit wieder eine - diesmal freilich viel kleinere - Abhandlung für die Annalen zu machen; muss aber gestehen, dass ich fast die Lust dazu verloren habe in Folge der Behandlung, welche die Redaction meiner ersten Abhandlg. angedeihen lässt. Es sind jetzt $3/4$ Jahre seitdem ich das Manuskript eingesandt habe. Während dieser Zeit sind zahlreiche, z.Th. auch recht umfangreiche Abhandlungen, welche weit später eingegangen sind, in den Annalen erschienen. Da habe ich vor etwa einem Monat eine sehr bescheidene Anfrage an Herrn Prof. Volhard geschickt; derselbe hat mich aber gar keiner Antwort gewürdigt. Das animirt nicht gerade dazu, künftig wieder an dieselbe Quelle zu gehen! Ich war immer der Meinung, dass Annalen und Berichte friedlich nebeneinander leben sollen und habe die Gewohnheit Hofmann's u. seiner Schule missbilligt, unabgeschlossene Arbeiten stets bruchstückweise aber mit allen Details in den Berichten zu publiciren. Auf diese Weise kommen ordentlich zusammenhängende Abhandlungen gar nicht mehr zu Stande und wenn diese Praxis sich verallgemeinerte, so wäre den Annalen der Boden entzogen, was ich im Interesse der Wissenschaft nur bedauern würde. Andererseits aber sollte die Redaction der Annalen auch nicht diejenigen abschrecken, die gern ihre Mitarbeiter sind u. bleiben wollen.

Ich habe jetzt wieder eine Kolleg-Lieferung beinahe fertig, und werde wohl in einigen Wochen mich von neuem unserem Compagniegeschäfte widmen. Sie mit Ihrem zahlreichen Personal sind mir gewiss weit voraus und werden vermuthlich die Welt bald mit einer neuen Lieferung überraschen. Wie steht es denn damit? - Uebrigens habe ich sonst riesig zu thun. Denken Sie, dass ich gegenwärtig in meinem Laboratorium ein besonderes Zimmer für

Lebensmittelcontrolle einrichte! Auch ein Vergnügen! Natürlich bekomme ich hierfür einen Assistenten; denn ich habe nicht die Absicht, mich unter einem Haufen von Gutachten und Acten über geschmierte Weine begraben zu lassen. Immerhin werde ich genug Arbeit daran haben, denn natürlich muss doch alles unter meiner Verantwortung gehen. Es wird aber lebendiger im Laborator. werden, u. das ist immerhin eine erfreuliche Aussicht.

Nun haben Sie aber genug zuhören müssen. Erfreuen Sie mich doch auch bald einmal wieder durch ein paar Zeilen, und theilen Sie mir darin womöglich mit, dass Sie aller Schmerzen ledig sind.
Mit besten Grüßen

Ihr ergebener Richard Meyer

Ich benutze täglich Beilsteins Buch; es ist sofort unentbehrlich geworden; aber es sind massenhaft Fehler darin! Man muss jedesmal auf die Originalabhandlungen gehen; aber was Gutes ist, dass man sie durch das Buch sehr rasch findet.

Brief Nr. XLII.

Richard Meyer an Erlenmeyer; Chur, 17. November 1882 (Dt.Mus.
1968-242/4)

Lieber, verehrter Freund!

Zum ersten Male empfangen ich von Ihnen einen Brief, der mich nicht erfreut, sondern mich sogar in die Seele betrübt. Der Bericht über Ihr körperliches und geistiges Befinden klingt so depressierend, dass ich den alten sonst so heiteren Freund darin nicht zu erkennen vermochte. Ich zögere denn auch keinen Augenblick Ihnen zu antworten um Ihnen, soviel an mir ist zu zeigen, dass Sie nicht so isoliert sind, wie Sie sich in dem offenbar durch körperliches Leiden getrübbten Spiegel einer pessimistischen Lebensanschauung zu erblicken glauben. Wie oft habe ich beim Lesen Ihrer Briefe den Wunsch empfunden: möchte es mir doch in einem solchen Alter einst vergönnt sein, wenigstens einen Theil der Frische zu besitzen, welche so überreich aus jeder Zeile des verehrten Briefschreibers hervorsprudelt! - Und dann Ihre Arbeiten! Wer eben erst die Synthese des Tyrosins fast spielend zu Stande brachte, hat er ein Recht zu dem resignierten Bekenntnis, dass es Zeit für ihn sei, die Segel zu streichen? Nein mein Verehrter, so leichtes Laufes lassen wir Sie nicht davon kommen. Sie werden noch nicht aufs Altentheil gesetzt, sondern müssen noch mitschaffen, da Sie es noch können. - Und nun Ihre bitteren Bemerkungen über Ihre angeblich von Niemandem getheilten Ansichten! Die begreife ich vollends nicht. Weiss nicht ein Jeder, der die Geschichte unserer Wissenschaft auch nur ein wenig studirt hat, dass Emil Erlenmeyer einer der Vorkämpfer gerade für diejenigen Ansichten war, welche wir heute auf den Bänken der Hörsäle lernen und lehren? Haben nicht jene zwei Lieferungen seines Buches, welches fortzuführen ich mir zur grössten Ehre und zum wahren Stolze anrechne, haben sie nicht gerade so wesentlich zur Klärung und auch zur Verbreitung von Ansichten geführt, welche heute in aller Munde sind? Freilich

damals war es weniger leicht sie zu lehren als heute, waren sie doch nur von wenigen klar erfasst. - In seiner Rede über Voltaire und die Naturwissenschaften wirft du Bois-Reymond die Frage auf, woher es kommt, dass man heute den Namen des französischen Philosophen, der zu seinen Lebzeiten einen unerhörten Einfluss ausgeübt hat, so selten nennt. Er findet die Antwort in dem Umstande, dass wir heute alle ohne uns dessen bewusst zu sein, Voltairianer sind; seine Ansichten haben wir sozusagen mit der Muttermilch eingesogen, und fragen nicht viel, woher sie stammen. So geht es auch der jüngeren Generation der Chemiker. Die Anschauungen, welche sie in ihrem ersten und zweiten Semester als etwas fertiges in sich aufgenommen haben, leben in ihrem Fleisch und Blut und sie fragen nicht viel woher. Erst ein ernsterer historischer Sinn, der nur in reiferem Alter erwacht, und den viele niemals in sich verspüren, führt zu jener Frage; und glauben Sie mir, wer sie stellt und mit Ernst sich bemüht, sie zu ergründen - und die Besseren thun das ohne Ausnahme früher oder später - der wird auch den Namen Erlenmeyer an seinem rechten Orte finden und erkennen, dass sein Träger einer der Ersten unter den Baumeistern war, welche das Haus begründeten, in dem wir uns heute so behaglich eingerichtet haben. Wenn Sie von körperlichen Schmerzen geplagt, einmal Ihrer heiteren Natur zum Trotze das Leben unerträglich finden, so denken Sie, dass so wie ich wohl alle denkenden Fachgenossen urtheilen.

Was nun die unglückliche Abhandlung betrifft, so muss ich Ihnen vor allem herzlich danken, dass Sie sich meiner so warm angenommen haben. Ihre Mittheilung hat freilich nicht verfehlt, mir das namenloseste Erstaunen zu erwecken. Vorerst sollte ich wirklich ahnen, dass man die Abhandlung volle $3/4$ Jahre nach ihrer Einsendung, und nachdem vor Monaten ihr Titel und specialisirte Inhaltsangabe auf dem Deckel der Annalen gestanden hat, nachträglich zurückweisen wird? - Soviel formell. Materiell ist mir die Sache aber mindestens ebenso unverständlich. Habe ich nicht strikt nach

den Traditionen gehandelt, welche seit Jahren und bis auf den heutigen Tag in den Annalen herrschten? Was hat Baeyer mit seinen Abhandlungen über die Phtaleine anders gethan? Was Liebermann mit den verschiedenen Arbeiten über Naphtalin-, Anthracenderivate? Was E. und O. Fischer mit den Untersuchungen über Rosanilin- etc. etc. etc... Man könnte ja die Beispiele ohne Aufhören an den Fingern abzählen! In 9/10 dieser Abhandlungen steht nur, was vorher bereits in einzelnen zerstreuten Notizen kurz, aber dem ganzen wesentlichen Inhalte nach bereits in den Berichten gestanden hat. Wer konnte ahnen, dass Herr Prof. Volhard plötzlich seine Meinung ändern würde. Muss ich das erste Opferlamm sein? - Ich will Ihnen offen sagen, dass ich von Anfang an meine Publikationen in den Berichten so abgefasst habe, dass eine ausführliche und zusammenhängende Abhandlung in den Annalen eine nothwendige Ergänzung sein musste. Weiss man denn auch beim Beginn einer Untersuchung schon wohin sie führen wird? Doch wohl in den seltensten Fällen. Da lässt sich erst am Schluss die Sache überschauen. - Aber ich habe hier nicht die Richtigkeit der Ansicht zu diskutieren, sondern mich nur an das zu halten, was bis jetzt Usus in den Annalen war. Vertrauend auf diesen Usus habe ich in den Berichten stets nur in knappster Form und mit Vermeidung aller Details die Quintessenz meiner Versuchsergebnisse mitgetheilt. Keine (oder nur ausnahmsweise) analytische Belege; keine theoretischen Erörterungen. Diese habe ich für die Annalenabhandlung aufgespart. Die Publikation derselben bin ich ja der Wissenschaft geradezu schuldig; und die Erfüllung dieser Pflicht soll mir abgeschnitten werden. Wo habe ich in den Berichten die Constitution der Cuminsäure erörtert? In einer meiner neuesten Abhandlungen über diesen Gegenstand habe ich mich sogar hinsichtlich der Theorie schon auf die an die Redaction der Annalen eingesandte Abhandlung, in welcher, ganz besonders der ersteren, die betreffende Frage eingehend besprochen ist, bezogen. Also neu ist in der Annalenabhandlung

1. Alle experimentellen Details (mir fallen gerade die ausführlichen Versuche über die Darstellung der Cuminsäure ein, welche z.Th. erst nach der betreffenden Publikation in den Berichten angestellt wurden); ferner eine ausserordentliche Zahl bisher nirgends publicirter Analysen.
2. Eingehende Erörterung verschiedener theoretischer Fragen, welche meist nur ganz kurz, z. Th. auch gar nicht in den Berichten berührt worden sind - z.B. die Betrachtungen über die partielle Oxydation von Seitenketten, welche mehrere C-Atome enthalten; die schon erwähnte Const. der Cuminsäure etc.

3. Die zusammenhängende Darstellung des ganzen Stoffes.

Wenn ich daher auch nicht hoffen darf, die Redaction der Annalen zu überzeugen, dass die von mir nach dem Beispiele unserer massgebenden Chemiker befolgte Publikationsmethode auch die richtige ist, so hoffe ich doch, man wird einsehen, dass es nicht billig ist, ohne vorherige Ankündigung plötzlich von der bisherigen Uebung abzugehen. In der Folge werde ich die mir nun bekannt gewordenen Prinzipien berücksichtigen; da aber die Redaction durch ihre bisherige Praxis die Annahme hervorbringen musste, dass sie den von mir eingeschlagenen Weg gutheisse, so ist sie selbst die Ursache, dass ich ihn gegangen bin und wird mir nicht beim Eintreffen am Ziele eine verrammelte Thür entgegenstellen wollen! - Doch genug davon! Hoffentlich höre ich bald, dass die fatale Angelegenheit erwünschte Erledigung gefunden hat.

Inzwischen verbleibe ich mit herzlichstem Gruss

Ihr treu ergebener Richard Meyer

Brief Nr. XLIII.

Richard Meyer an Erlenmeyer; Parpan bei Chur, 4. August 1883

(Dt.Mus. 1968-242/5)

Verehrtester Freund!

Es ist unverantwortlich wie ich Sie in den letzten Monaten vernachlässigt habe. Zu Anfang war der Verdruss Schuld, den ich über die Schwierigkeiten empfand, welche mir von der Redaction der Annalen bereitet wurden, und welche sich noch recht lange hingen; später war es das Gesetz der Trägheit, welches jeden Körper veranlasst, in dem Zustande zu verharren, den er einmal angenommen hat, bis eine äussere Ursache ihn veranlasst ihn zu verändern. Eine solche äussere Ursache ist nun bei mir eingetreten: die Separatabdrücke meiner Abhdlg. welche mir von der Druckerei zugegangen sind, machen endlich dem Zweifel, ob dieses arme Schmerzenskind wohl einmal das Licht der Welt erblicken wird, ein Ende, und wenn die Ursache beseitigt ist, so soll auch die Wirkung, nämlich mein Stillschweigen verschwinden. - Ich habe umso mehr Grund, das letztere zu brechen, da es mir ganz verdienstermassen, aber zu meinem grössten Leidwesen die völlige Unkenntnis Ihres jetzigen Befindens eingebracht hat, des körperlichen wie des geistigen und seelischen. Hat die Ruhe, die Sie aufgesucht, Ihnen die erhoffte Erleichterung gebracht? Ich hoffe und wünsche es von ganzem Herzen und wäre sehr erfreut, eine Bestätigung dieser Hoffnung von Ihnen zu erhalten. Wie leben Sie überhaupt? Wenn Ihre körperlichen Leiden sich lindern, so wird doch schwerlich Ihr reger Geist sich schon jetzt auf das Altentheil setzen lassen. Vor einiger Zeit setzte sich Prof. Hecht wegen einiger formeller, das Lehrbuch betreffender Fragen mit mir in Verbindung, wobei er mir mittheilte, dass er eine Lieferung unter der Presse habe. Jetzt kann ich von mir das Gleiche sagen, obwohl das Manuskript dazu noch nicht ganz fertig ist. Ich armer geplagter Mann habe vor den Ferien wie ein Lastthier gearbeitet,

damit wenigstens wieder ein Stück des Buches vor den Ferien noch in Druck gegeben werden kann. Die Arbeit, die ich Ihnen verdanke, macht mir viel Freude und ich hätte nur den Wunsch, ihr einen grösseren Theil meiner Zeit widmen zu können. Hoffentlich wird das in nicht zu langer Zeit möglich werden.

Ob dieser Brief und mein Xband (Anmerkung: Kreuzband) Sie in Frankfurt antreffen werden, weiss ich nicht, muss sie aber doch wohl dahin senden in der Hoffnung, dass sie Ihnen event. nachgeschickt werden. Wo werden Sie den Sommer zubringen? Vielleicht in Tegernsee? Oder gehen Sie in die Schweiz? Es wäre mir eine sehr grosse Freude, wenn ich Sie einmal hier sehen würde. Ich bringe meine Ferien mit meiner Familie in einem stillen Dörfchen 3 Stunden Chur an der Engadiner Strasse 1500 Meter hoch zu und geniesse trotz mittelmässigen Wetters die frische Luft und das procul negotiis in vollen Zügen. - Sonst habe ich nicht viel zu berichten. Erfreuen Sie mich doch wieder einmal durch einen Brief. - Gehen Sie etwa an die Freiburger Ntf. (Anmerkung: Naturforscher) Versammlung? Mir sind diese Vers. jetzt ganz verschlossen, da sie nicht mehr in meine Ferien fallen, die Mitte September zu Ende sind. Dagegen fahre ich übermorgen zur Schweizer Naturf. Vers. nach Zürich, von wo ich Mitte d. Monats wieder hier zurück sein werde.

Nun leben Sie wohl. - Herzlichste Grüsse

Ihres Sie verehrenden Richard Meyer

Brief Nr. XLIV.

Frankland an Kolbe; Reigate, Surrey, 23. September 1883 (Dt.Mus.
3573)

My dear Kolbe.

Your letter of the 30th of July reached me only on my return from Norway, nearly at the end of August; but it would have been answered earlier, if two severe family afflictions had not put everything else aside. Within 4 days my wife and I each lost a mother; the one was buried last Wednesday & the other last Thursday. My mother was 86 years of age, my wife's only 62.

Your letter astonished me not a little for it had never entered my head to imagine that you could for one moment think of me as in any degree an anti-struktur Chemiker. Still less that you should think of me as one likely gegen die Strukturchemie "energisch zu kämpfen" or as one sharing your opinion that die Strukturchemie ein Humbug ist! Turn over the leaves of my "Lecture Notes for Chemical Students" and you see Strukturchemie in its extremest development on almost every page! If I were to come out as an Antistrukturchemiker, I should no doubt create a sensation! - of mingled surprise and contempt. Why, when chemists talk to me about your criticisms, they usually exclaim, - why does not Kolbe attack you? For you are undoubtedly the greatest sinner in that line! That there should be no more such mistake in future, I here record my Glaubensbekenntnis: - Chemistry owes its progress from empiricism to exact science entirely (so far as theoretical conceptions are concerned) to Strukturchemie. Without Strukturchemie there is no science of chemistry. And allow me to add. - two of the first Strukturchemiker to whom this progress is due were Berzelius & Kolbe! I well remember the time when, at the Chemical Society, your Strukturabhandlungen were spoken of by Williamson, Odling, Miller & others in much the same way as you now speak of the writings of Kekulé, Baeyer & Wislicenus & and

when I was, in this country, almost the only defender of *Strukturchemie*. Of course the acceptance of *Strukturchemie* does not necessarily make a chemist write correct *Strukturformeln*; but its graphic or even symbolic formulae, at least make it impossible to mistake what kind of constitution is meant. It is possible, however, that this stringent precision of *Strukturformeln* makes some chemists more slovenly in their descriptions. At all events Baeyer either cannot write clearly, or does not think it worth his while to write clearly; and, so far as I understand the German idiom, I think he well deserves the severe castigations you so often give him. Your criticisms on his formulae I also read with interest; but when I agree with you in rejecting his formulae, I do so, not because they are *Strukturformeln*, but because they express what appears to me to be wrong or unfounded views of constitution. In this way I have read with much interest your *Kritisch-chemische Gänge* II u. III & also your note on *Chemische Constitution* etc. (Is not this term synonymous with "*Struktur*"?). Your explanation of the formation of *Acetylisatin* and *Acetylisatinsäure* is certainly more simple than that of Baeyer. If I read your formula aright, you consider that isatin contains the aldehydic particle COH. Is not this inconsistent with its reactions & is it probable that an aldehyde would stand boiling with nitric or chromic acid without oxidation?

You inquire whether, if Kekulé attacks us on "*atomicity*", I will undertake to respond "*und ihn gebührend abzufertigen*"? Certainly I will. I was the first to clearly put forward our claim, and I have since made Wurtz acknowledge it in the *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, and Biedermann in the *Chemiker-Kalender*. In the *Zeit-Tafel* of the *Chemiker-Kalender* for 1882 you read "*Theorie der Atomicität der Elemente (Kekulé, Couper, Cannizzaro) 1858*". In that for 1883 it is as follows: "*Entwicklung der Valenz der Elemente (Frankland, Kolbe, Kekulé, Couper, Odling, Wurtz, Cannizzaro u.a. 1858 u. folg. Jahre)*". The date is

still wrong; it ought to be 1852; but this will no doubt be corrected next year. Thus by "Privatbriefe", I have obtained what would probably not have been got by any amount of publication. I am very glad to hear that your health is again reestablished, & I do not despair of some day taking you to the top of the Piz Languard or some other moderate mountain; for I am no longer capable of Gross-touren. I am also glad to learn that you are again going to turn to experimental work & cannot doubt what be the result.

This summer, I took my wife with me to Norway & we enjoyed ourselves very much. We travelled about a good deal having rarely spent 2 nights in the same place. Although I have visited Norway so many times, I have only once before seen much of the country, having in other years been mostly confined to one spot by my salmon-fishing. This year, however, also, I managed to get some good fishing, having caught so much as 35 lb of salmon & sea-trout in one day. My electric work has not made much progress since my last letter; but on my return from Norway I was surprised to find that my storage battery had retained its charge so well that it lighted this house with electricity stored 2 months previously. My patent has been refused in Berlin, because a Frenchman had previously patented glycerinsaures Bleioxyd, which the scientific Referee declared to be substantially the same thing as schwefel-saures Bleioxyd which is the subject of my patent! I suppose Strukturchemie has confused his intellect! I think incandescent electric lamps are destined gradually to supersede gas for internal lighting. No one who has experienced the conveniences & advantages of electric lighting could possibly go back to gas. In theatres, incandescent lights are of immense advantage not only in keeping the air cool & comparatively pure, but in enabling the audience to hear well; for the heated air from gas footlights acts like a wet blanket between the stage & the auditorium, reflecting much of the sound back upon the stage. In this country, however

where gas is cheap (3 /-per 1000 cbc. ft.) electric lighting by incandescence must be somewhat more expensive; but this will probably not be the case in Germany.

Hoping to hear from you again soon

Believe me

Always yours sincerely E. Frankland

The Yews, Reigate Hill

Brief Nr. XLV.

Otto Hecht an Erlenmeyer; Würzburg, 22. August 1886 (Dt.Mus.

1968-106/25)

Geehrtester Herr Professor!

Heute schicke ich Ihnen den Korrekturbogen, welcher den Schluss der Fumarsäure nebst einem Kapitel über die Constitution der beiden Isomeren enthält. Ihre Mittheilung in den B.B. 19, 1937 kam leider zu spät, so dass ich sie nur noch in einer Anmerkung citiren konnte. Ob meine ausgedehnte Berücksichtigung der Le Bel-van't Hoff'schen Theorie Ihre Zustimmung findet, weiss ich nicht. In Ihrer Publication sagen Sie über diesen Punct gar nichts. Aber ausser dem Drehungsvermögen gibt es noch eine andere Thatsache, welche bei Ihrer Annahme über die Constitution der Fumarsäure unerklärt bleibt. Der Fumarsäurediäthylester hat (nach der Dampfdichte) die Formel $C_4H_2O_4(C_2H_5)_2$. Im Dampfzustand müsste er also mit dem Maleinsäureester identisch sein. Und deshalb müssten beide Ester auch nach der Destillation identisch sein. Dieses ist aber nach anderen Angaben zufolge nicht der Fall; wenigstens werden für die Maleinsäureester merkwürdiger Weise höhere Siedepunkte angegeben, als für die Fumarsäureester. Es wäre allerdings auch möglich, dass diese Verhältnisse noch nicht genau genug untersucht wären. Übrigens glaube ich, dass die Le Bel'sche Theorie in der präziseren Ausbildung, welche sie neuerdings (auf Baeyers Anregung hin) durch Wunderlich erfahren hat, von grosser Bedeutung für die theoretische Chemie werden dürfte. Haben Sie W.'s Broschüre "Über die Configuration der organischen Moleküle", die er Ihnen zugeschickt hat, gelesen?

Wie sind Sie mit der 6. Lieferung des Lehrbuches zufrieden? Ich selbst habe die Empfindung, als wenn ich diesmal zu ausführlich geschrieben hätte. Bei den grösseren Kapiteln Weinsäure, Fumarsäure, Crotonsäure u. dgl. bin ich zu sehr in eine monographische Behandlung des Stoffes gerathen. Dagegen glaube ich auch, dass

in keinem anderen Handbuch die vorhandene Literatur mit gleicher Gründlichkeit bearbeitet ist.

Die gegenwärtige Lieferung wird etwas stärker werden als die vorausgehenden, um mit C₄ fertig zu werden. Statt 13 gibt es ungefähr 17 1/2 Bogen. In 10 bis 12 Tagen wird hoffentlich die Druckkorrektur beendet sein. Dann beabsichtige ich, eine Reise nach Norddeutschland anzutreten. Über Hamburg nach Berlin zur Naturforscherversammlung. In Berlin will ich etwa 8 Tage vor der Versammlung eintreffen, um die Stadt kennen zu lernen, da ich noch nicht dort war.

Wie geht es Ihnen und Ihrer Familie? Sind Sie gegenwärtig in Frankfurt, oder halten Sie sich irgendwo in der Sommerfrische auf? Kommen Sie vielleicht ebenfalls zur Naturforscherversammlung nach Berlin?

Mit der Bitte um baldige Antwort (hauptsächlich bezüglich Ihres gegenwärtigen Aufenthaltes und etwaiger Reisepläne)
herzlichst grüssend

Ihr ergebenster Dr. O. Hecht

Zwinger 22 1/3

Brief Nr. XLVI.

Otto Hecht an Erlenmeyer; Würzburg, 11. Juni 1887 (Dt.Mus.

1968-106/27)

Geehrtester Herr Professor!

Ihren vorgestern eingetroffenen freundlichen Brief würde ich jedenfalls noch am gleichen Tage beantwortet haben, hätte ich nicht einen schauerhaften Katarrh gehabt, in Folge dessen ich noch viel mehr beduselt war, als Sie es in Berlin gewesen zu sein behaupten. Nachdem der Schnupfenteufel meinen Kopf heute wenigstens einigermaßen freigegeben hat, will ich aber keine Stunde mehr zögern, Sie wahrheitsgemäss zu versichern, dass Ihre Vermuthung über die Ursache meiner langen Schreibversäumnis gänzlich ungegründet war. Ich muss es leider gestehen, dass es einzig und allein sträfliche Nachlässigkeit von meiner Seite gewesen ist. Zwar habe ich wohl bedauert, Sie in Berlin so wenig gesehen zu haben, aber es entging mir auch nicht, dass die Verhältnisse dies so mit sich brachten, und eine Verstimmung gegen Sie war ganz gewiss nicht vorhanden. Dass ich mich in Berlin wenigstens bei den abendlichen Zusammenkünften im Kaiserhof etwas zurückgezogen habe, ist allerdings richtig; ich konnte eben das viele Kneipen von jeher nicht vertragen. Nur dass ich ein moroses Gesicht gemacht haben soll, kann ich nicht zugeben und am allerwenigsten, dass darin Unzufriedenheit mit Ihnen ausgedrückt gewesen sei. Und nun will ich zunächst über den Stand der Lehrbuchsarbeit berichten, die Sie gar nicht erwähnen - wie ich annehme, nicht weil Sie kein Interesse mehr daran nehmen, sondern weil Sie bei meiner vermeintlichen Verstimmung nicht als Mahner erscheinen wollten. Ich habe also vor einigen Tagen an Winter geschrieben, dass das Manuscript zur 7. Lieferung soweit fertig ist, um den Satz beginnen zu können, dass es mir aber lieber wäre, wenn er damit noch bis zum 1. August warten wollte, damit ich durch die Druckkorrektur nicht um meine Ferienreise gebracht werde. Heute erhielt ich

seine zusagende Antwort. Ich werde ihm also am 1. August Manuscript für mindestens 13 Bogen schicken, dann 2-3 Wochen verreisen und nach meiner Rückkehr die Korrektur besorgen. Trotzdem das Manuscript von Lipp viel besser ist, als das frühere von Carl, ist die Arbeit doch wieder recht langsam vorwärts gegangen. Freilich hat Lipp einige wichtige Kapitel, wie Piperidin, Pyridin, Thiophenderivate, etc. überhaupt nicht bearbeitet, aber die Schuld liegt doch an mir, dass es so langsam geht; ich kann halt nicht schneller arbeiten. Die C_5 -Gruppe wird übrigens voraussichtlich fast ebenso gross wie C_4 . Wenn ich nur einmal über C_6 hinaus wäre! Mir ist es die ganze Zeit über gut gegangen; dagegen ist meiner Frau abermals dasselbe Malheur passirt, wie vor 1 1/2 Jahren. Wir waren in Folge dessen Anfangs Mai in München, um den dortigen Prof. Winckel zu consultiren. Bei dieser Gelegenheit sah ich Herrn Dingler in der Blumenausstellung, habe ihn aber nicht gesprochen, da er von einigen Herren, welchen er wie es schien die Ausstellung erklärte, sehr in Anspruch genommen war. Meine Frau soll, obwohl sie sich unterdessen wieder recht gut erholt hat, zu ihrer weiteren Kräftigung noch in ein Soolbad gehen. Wir schwanken noch zwischen Reichenhall, das in erster Linie empfohlen wurde, und Kissingen oder Nauheim. Das wird nun auf meine Ferienreise auch von Einfluss sein, so dass ich gegenwärtig noch nicht weiss, wo ich hingehen werde. - Von Strauss habe ich keine Nachrichten, werde ihm aber demnächst schreiben. Bender hat sich wieder verheirathet, wie ich höre mit einer schönen stattlichen Frau, die einen Kopf grösser sei als er. Dass es Ihnen und den Ihrigen gut geht, hat mich sehr gefreut. Empfehlen Sie mich Ihrer Frau Gemahlin und grüssen Sie Herrn Dr. E. Erlenmeyer jr. und verzeihen Sie gütigst seine Briefsünden

Ihrem ergebensten Dr. O. Hecht

Brief Nr. XLVII.

Otto Hecht an Erlenmeyer; Würzburg, 28. November 1887 (Dt.Mus.

1968-106/28)

Geehrtester Herr Professor!

Vor einigen Tagen habe ich Ihnen (etwas verspätet) den letzten Korrekturbogen der 7. Lfg. unseres Lehrbuches geschickt. Vielleicht ist Ihnen unterdessen schon die fertige Lieferung durch den Verleger zugegangen. Ein zweites Exemplar werde ich Ihnen wie gewöhnlich übersenden, sobald ich im Besitz desselben bin. Jedesmal wenn eine Lfg. fertig ist, befällt mich ein moralischer Katzenjammer; ich bin mit meiner Arbeit sehr unzufrieden. Trotz wiederholter sorgfältiger Korrektur sind auch diesmal wieder sinnstörende Fehler (ich darf nicht sagen Druckfehler, da sie leider schon im Manuscript stehen) übersehen worden, und ich konnte sie auf dem Umschlag nur theilweise berichtigen, weil mir die fertigen Abzüge zu spät zingingen. Und das ist noch mein geringster Kummer. Mit der Zahl der Kohlenstoffatome wächst die Anzahl der isomeren Radicale in's Ungeheure und werden die Constitutionsformeln immer unsicherer. Trotzdem konnte ich mich nicht entschliessen, eine erhebliche Anzahl von Verbindungen ausserhalb des Systems zu stellen als "Verbindungen von unbekannter Constitution", sondern ich habe soweit möglich jede Verbindung da einge-
reicht, wohin sie mit einiger Wahrscheinlichkeit gehört. Aber es mussten sehr viele Constitutionsformeln mit Fragezeichen versehen werden. Und in einem Fall, bei den Piperidinderivaten, bin ich geradezu vom System abgewichen. Ich habe sämtliche Piperidin-
derivate, auch die mit niedrigeren Radicalen als C_5H_{10} und die ungesättigten zusammen abgehandelt. Sie auf Grund zweifelhafter Constitutionsformeln auseinanderzureissen, schien mir zu unnatürlich. Ob Sie mein Verfahren billigen werden, ist mir allerdings ungewiss. Dass ich in der Einleitung zu den einzelnen Reihen nicht mehr alle möglichen Radicale aufzähle, sondern nur

diejenigen, von denen Verbindungen bekannt sind, damit dürften Sie wohl einverstanden sein. Bis jetzt habe ich wenigstens die möglichen Radicale noch ausgerechnet und werde das bei der 1. Stufe der C_5 Gruppe auch zu Ende führen. Bei den niedrigeren Stufen werde ich aber auch davon absehen müssen, weil die Entwicklung durch Permutation gar zu umständlich ist und die Ausrechnung nach den kurzen kaum verständlichen Andeutungen Cayley's über meinen mathematischen Horizont hinausgeht. Die 8. Lieferung wird den Schluss der C_5 Gruppe enthalten. Damit gedanke ich auch den 2. Band abzuschliessen. C_6 und sämtliche höheren Gruppen werden den 3. Band bilden, wobei es bezüglich des in Aussicht gestellten Supplementes noch dahingestellt bleibt, ob es im 3. Bande noch Platz findet oder als vierter und letzter zu behandeln ist. Hoffentlich gelingt es mir, das Werk einmal fertig zu sehen; den Gedanken an eine 2. Auflage habe ich längst aufgegeben. Wie geht es Ihnen und Ihrer Familie, Herr Professor? Es ist abermals meine Schuld, dass ich so lange nichts von Ihnen hörte; aber die Zeit geht mir dahin, ohne dass ich viel davon merke. Ich fange an, das ewige Einerlei der Stellung, die ich nun seit bald 15 Jahren bekleide, überdrüssig zu werden. Die einzige Möglichkeit einer Veränderung, die für mich noch vorhanden ist, wäre an die Industrieschule nach München oder Nürnberg zu kommen. Ob man aber eintretenden Falles nicht lieber einen jüngeren Mann nehmen wird, ist sehr zweifelhaft. Waren Sie in Wiesbaden bei der Naturforscherversammlung, oder haben Sie im Sommer eine andere Reise gemacht?

Ich war mit meiner Frau im August in Hall (Tyrol); meine Frau gebrauchte dort die Soolbäder, und ich machte von da aus Gebirgstouren, was uns beiden recht gut bekommen ist.

Mit herzlichsten Grüßen

Ihr ergebenster Dr. O. Hecht

Zwinger 22 1/3

Brief Nr. XLVIII.

Volhard an Erlenmeyer; Halle a/S., 28. Juni 1892 (Dt.Mus.

1980-15B/29)

Lieber Erlenmeyer!

Für das Manuscript und Ihre freundlichen Briefe, den begleitenden sowohl als den ankündigenden sage ich Ihnen dank. Was zuerst die Abh. Ihres Theils anlangt, so werde ich dieselbe, falls Sie nicht Gegenordre geben, sofort an die Druckerei senden, so dass Sie die Revision Ende der ersten Woche Juli erhalten werden. Bitte um eine Zeile p. Postkarte, ob das Manuscript mit der Revision an Sie gesandt werden soll. - Wenn im Anfang dieses Jahres der Einlauf lange liegen bleiben musste, so ist das Folge der Obstruction im letzten Viertel des Jahres 1891, in dem nur 4-5 Bogen zum Druck gelangten, wegen des Setzerstreiks und des Todes von Keller's Stiefsohn, der ja seit Jahren die Druckerei in Giessen übernommen hatte. Mit der neuen Druckerei in Leipzig ging die Sache anfangs auch be(....), jetzt aber sind die Vorräthe so weit aufgearbeitet, dass ich pressantes sofort in Satz geben und in den grossen Ferien voraussichtlich eine längere Pause machen kann. Hofmanns Tod hat mich sehr erschüttert. Drei Tage vor diesem traurigen Ereignis war ich in Berlin u. ich habe den ganzen Abend von 1/2 9 bis 12 Uhr bei ihm zugebracht. Er war ein feiner lebenswürdiger Mensch; im Alter waren seine guten Eigenschaften viel mehr hervorgetreten als in jungen Tagen, wo sie durch ein massloses Streberthum etwas überwuchert waren. Es soll aber kein Vorwurf sein; dieser Drang scheint vielmehr nöthig, um eine Anstrengung aller Kräfte zu veranlassen, wie sie zur Erzielung grosser Resultate erforderlich ist. Hofmanns Arbeiten werden von den Jetzigen nicht genügend gewürdigt und in den verschiedenen Abrissen seines Lebens scheint mir das punctum saliens der H'schen Arbeiten nicht ergriffen: durch die Arbeiten über die flüchtigen Basen erhielten die Gerhardt'schen Typen, die bis dahin tote

Schematisierung waren, realen Inhalt; das Wesen des Typus lässt sich durch jene Basen ad oculos u. noch mehr ad nasum demonstrieren. Wer weiss wie lange ohne dieses es noch gedauert hätte bis die Typentheorie Leben und befruchtenden Einfluss gewonnen hätte. Ich würde nicht ungern H's Nekrolog schreiben und auf eine private Anfrage, die Martius gleich nach H's Tod an mich richtete, habe ich mich dazu bereit erklärt. Es scheint jedoch, dass Martius mit seiner Ansicht in Berlin nicht durchdringt, wenigstens ist jener privaten Anfrage eine offizielle bis dahin noch nicht gefolgt. Fischer scheint auch mir der wünschenswertheste Nachfolger H's. Ob er sich allmählich das weltmännische Wesen aneignen wird, kann man nicht vorher sagen; es wird wesentlich auf seine Gesundheit ankommen; kann er dieser etwas zumuthen, so wird er wohl mit der Zeit allen Anstrengungen an die hervorragende Stellung gerecht werden. Ich hatte mir gedacht er würde eben mit Rücksicht auf seine Gesundheit ablehnen; er scheint aber sehr viel ehrgeiziger, als ich voraussetzte - wiederum in lobendem Sinn aufzufassen. Zu dem Nomenklaturcongress konnte ich mich nicht entschliessen. Ich kann jetzt gar keinen Wein mehr vertragen u. Congresse sind sehr feuchtwarmer Natur. Den mir heute vorliegenden Bericht über den Congress habe ich auch noch nicht gelesen. Man war wie mir Baeyer schrieb im besten Zug seine B's Nomenklatur zu adoptiren - ob es geschehen, wusste er damals selbst nicht, da er vor der Schlußsitzung wieder abreiste. Ich kann mich mit dieser Nomenklatur nicht recht befreunden; es kommt so oft vor, dass man sich bei der ersten Untersuchung über die Constitution eines neuen Körpers auf Irrwege begibt und die spätere Änderung aller der Zahlen u. Buchstaben-Vorzeichen kann nicht verfehlen, heillose Verwirrung hervorzubringen; auch scheinen mir vielfach seine Namenbildungen nicht recht durchsichtig, wie z.B. die Keto-bezeichnung. Ich gestehe aber, dass ich mich noch nie in den Gegenstand vertieft habe und die darauf zu verwendende Mühe scheue; ich bin überzeugt, dass doch jeder auch weiterhin, in der Überzeugung,

dass er der alleinige Gottvater, es macht wie er will. Halten Sie für nöthig, dass man die Namen Hofmanns u. Kopps als Mitherausgeber der Annalen sofort ersetze? Ich meine man könne damit recht gut warten, bis sich die Verhältnisse etwas weiter entwickelt haben, jedenfalls bis ich etwas mehr Zeit habe, mich in die Sache zu vertiefen. Wenn ich Baeyer etwa darum ersuchen würde, so würde der ganz sicher der Gelegenheit vorgreifen, seine Nomenklatur zu urgiren und dazu kann ich jetzt die Zeit nicht erschwingen. Pressant ist es gewiss nicht. Mit grosser Freude habe ich die Berichte über den Empfang Bismarcks in Dresden u. München gelesen. Das deutsche Nationalbewusstsein ist denn doch in weiten Schichten der Bevölkerung mächtig entwickelt, so dass man auf eine ge-
deihliche Entwicklung hoffen darf. Es wäre alles gut u. schön, wenn uns an alleroberster Stelle etwas mehr Ruhe u. Zurückhaltung u. Vorausüberlegung geschaffen werden könnte. Das kommt vielleicht auch mit den Jahren.

Mein Sohn Franz schreibt von Rom so vergnügt wie ein Maikäfer. Er hat lange genug in strengster Abgeschlossenheit in Pforta sich ganz leidlich gehalten, da gönne ich ihm die Wonne der ersten Studienzeit sehr. Der dritte schwimmt eben an der Norwegen'schen Küste als Kadett auf S. M. Schulschiff Stosch. Von da soll es nach England, Isle of Wight, dann nach Rügen gehen.

Ich denke im Herbst nur nach Thüringen u. vielleicht an den Rhein zu reisen. Nach Elberfeld ist für den August meine Frau bestellt, da werde ich mich wohl abseits halten. Falls die Ergebnisse sich etwas hinausziehen sollten könnte ich aber wohl veranlasst sein, der Freude über den Schluss des Semesters durch eine Spritztour an den Rhein Ausdruck zu geben; ich hoffe Sie dann persönlich begrüßen zu können.

Mit herzlichem Gruss von Haus zu Haus

Ihr J. Volhard

Heft wird besorgt werden.

Lebenslauf

Name: Rita Meyer, geb. Teuchert
Wohnort: 80000 München 90
Geburtstag: 22. Juni 1951
Geburtsort: München
Bildungsgang: 1957-1961 Volksschule in München
1961-1970 Luisengymnasium in München
1970 Abitur
1970-1972 Praktikantenzeit in der Stern-Apotheke
in München
1972 pharmazeutisches Vorexamen
1971-1975 Studium der Pharmazie an der Universität
München
1975 Staatsexamen
Januar 1976 Approbation
Beruf: Januar 1976 bis September 1976
Approbierte Apothekerin in der Engel-
Apotheke,
Theatinerstraße 7
80000 München 2
Oktober 1976 Stabsapotheker der Bundeswehr
Juni 1979 bis heute
Oberstabsapotheker und stellvertretende
Leiterin der Apotheke des Bundeswehr-
krankenhauses in München

